CANADA COMMUNICABLE DISEASE REPORT

CCDR

March 06, 2014 • Volume 40•5
ISSN 1481–8531

Inside this issue

This issue is about Lyme disease – where it is, where it may be emerging, how to assess Lyme disease risk locally, and what's being done to manage it.

Surveillance

Environmental risk from Lyme disease in central and eastern Canada: a summary of recent surveillance information 74

Ogden NH, Koffi, JK, Pelcat Y and Lindsay LR

New public health intervention

Assessment of a screening test to identify Lyme disease risk 83

Ogden NH, Koffi JK and Lindsay LR

Summaries

Summary of the Public Health Agency of Canada's *Action Plan on Lyme disease* 88

Harymann M, Ogden N, Lindsay R, Lawless V, Deilgat M and Sternthal S

Editorial

Lyme disease prevention and control – the way forward 91

Beard C

Useful link

Lyme disease -Frequently asked questions
http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/lyme-fs-eng.php

Webinar

March 24, 2014 - Tuberculosis Surveillance in Canada
https://gts-ee.webex.com/gts-ee/onstage/g.php?d=551327919

Public Health Agency of Canada | Agence de la santé publique du Canada

Canada

Environmental risk from Lyme disease in central and eastern Canada: a summary of recent surveillance information

Ogden NH[1*], Koffi JK[1], Pelcat Y[2], Lindsay LR[2]

[1] Centre for Food-borne, Environmental and Zoonotic Infectious Diseases, Public Health Agency of Canada, Saint-Hyacinthe, Quebec

[2] National Microbiology Laboratory, Public Health Agency of Canada, Winnipeg, Manitoba

* Corresponding author: nicholas.ogden@phac-aspc.gc.ca

Abstract

Background: Lyme disease is the most commonly reported vector-borne disease in the temperate world. It is emerging in central and eastern Canada due to spread of the tick vector *Ixodes scapularis* into and within Canada to form new areas of environmental risk known as Lyme disease-endemic areas. Identifying the geographic location of Lyme disease-endemic areas is important to identify the population at risk, target interventions, and inform the clinical diagnosis of Lyme disease patients.

Objective: To provide an up-to-date picture of current and emerging areas of Lyme disease risk in eastern and central Canada by summarizing recent information on Lyme disease-endemic areas, and surveillance for *I. scapularis* ticks.

Methods: Data on locations where *I. scapularis* have been found in field surveillance studies by a range of federal and provincial organizations were collated and mapped to obtain a fuller picture of the occurrence of *I. scapularis* in Canada. The geographic locations of ticks submitted in passive tick surveillance were mapped for comparison.

Results: The number of confirmed Lyme disease-endemic areas in southern Manitoba, southern and eastern Ontario, southern Quebec, southern New Brunswick and in some locations in Nova Scotia increased from 10 in 2009 to 22 confirmed endemic areas in 2012. The collated field surveillance data indicated that *I. scapularis* tick populations and Lyme disease risk are more geographically widespread than known Lyme disease-endemic areas and that the pattern of emergence of tick populations varies among provinces. There was a tenfold increase in the numbers of *I. scapularis* reported for passive surveillance from 2 059 submissions from 1990 to 2003 to 25 738 submissions from 2004 to 2012.

Conclusions: The increasing numbers of Lyme disease-endemic areas, the much wider distribution of tick populations identified by field surveillance, as well as the marked increase in numbers of ticks identified through passive surveillance suggest that the geographic scope of environmental risk of acquiring Lyme disease is expanding in central and eastern Canada, although here it still remains mostly limited to the southern parts of five provinces.

Introduction

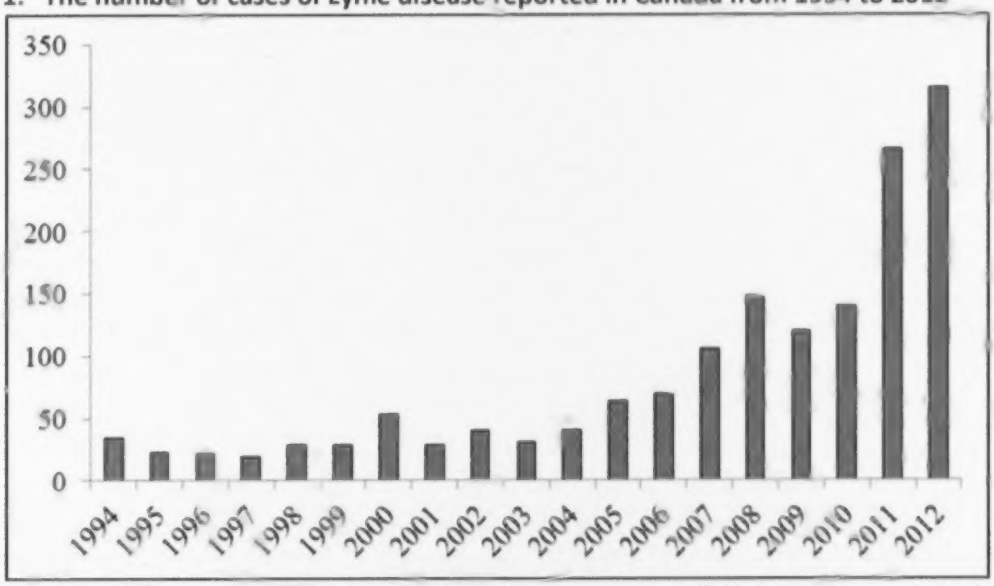
Lyme disease, caused by the bacterium *Borrelia burgdorferi*, is the most commonly reported vector-borne disease in the temperate zone, particularly affecting North America (1, 2). *B. burgdorferi* is transmitted by ticks, which feed on wildlife reservoir hosts of *B. burgdorferi*, particularly rodents and birds. *Ixodes scapularis*, the blacklegged tick, is the main vector in eastern and central North America. *Ixodes pacificus*, the western blacklegged tick, is the main vector west of the Rocky Mountains. Both tick species are indiscriminate in their choice of host and will feed on humans, and in doing so, may transmit pathogens from wildlife to humans. This study focuses on surveillance data for *I. scapularis* ticks from central and eastern Canada. Studies to obtain data on *I. pacificus* occurrence in western Canada are underway and will be presented in future articles.

Risk of infection from *B. burgdorferi* and other *I. scapularis*-borne pathogens (*Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti*, *Borrelia miyamotoi*, a novel *Ehrlichia muris*-like bacterium, and Powassan virus (3-5) is increasing in eastern and central Canada as populations of *I. scapularis* are spreading north at an estimated rate of 33-55 km per year (6).

It is important to identify where populations of the tick are becoming established in Canada, because the geographic occurrence of these ticks defines where people can acquire Lyme disease now or in the near future (7). The annual incidence of reported human Lyme disease cases has increased markedly in Canada over the last few years (**Figure 1**). In 2004 there were 40 reported cases of Lyme disease in Canada; in 2012 there were 315 reported cases. This may reflect an increase in the reporting of cases, but under-reporting might also be occurring (8).

In this paper, we describe where environmental risk of Lyme disease is currently thought to occur based on data of confirmed and suspect Lyme disease-endemic areas, results of a simplified field surveillance method to detect emerging Lyme disease risk areas, and passive tick surveillance, which involves the submission of ticks found attached to patients of participating veterinary and medical clinics. Detection of Lyme disease-endemic areas is the gold standard method of surveillance for Lyme disease risk in the environment, but because it requires multiple site visits over two years it is not very timely or practical. Drag sampling alone is more practical and timely but is less sensitive and specific (9). Passive tick surveillance is a sensitive method of detecting *I. scapularis* ticks, but is relatively unspecific in terms of the geographic location of tick populations, because small numbers of ticks are dispersed long distances from tick populations by migratory birds. These dispersed ticks are known as adventitious ticks (10).

Figure 1: The number of cases of Lyme disease reported in Canada from 1994 to 2012*



*Numbers of cases before 2009, when Lyme disease became nationally notifiable in Canada, are estimates based on information from provincial public health organizations (10).

Information on where risk is occurring is useful for public health practitioners to identify where to focus prevention and control activities, for health care professionals to assist in diagnosis of Lyme disease, and to assist the public in making informed choices on prevention and control. Information on western Canada is currently pending the results of ongoing field studies.

The objective of this study was to map out our current knowledge of where the risk of Lyme disease is occurring in central and eastern Canada by:

- Collating knowledge of known Lyme disease-endemic areas;
- Identifying likely emerging Lyme disease-endemic areas detected in field surveillance for ticks;
- Identifying risk posed by adventitious ticks by analysis of passive tick surveillance data.

Methods

Three types of surveillance data were collated: data on Lyme disease-endemic areas that involved extensive testing, data on field surveillance conducted between 2008 and 2013, and passive tick surveillance collected between 2004 and 2012.

Lyme disease-endemic areas

Lyme disease-endemic areas are localities where transmission of *B. burgdorferi* by resident populations of vector ticks has been confirmed (11). Confirmation involves drag sampling (trailing a 1-m^2 square of flannel across the woodland floor for at least three person-hours per site) to collect ticks from the environment that are looking for a blood meal, and the capture of the wild rodents that are important reservoir hosts for *B. burgdorferi*. Detection of all three developmental stages of the tick (larva, nymph, and adult) and *B. burgdorferi* for more than one year is needed to confirm a location as a Lyme disease-endemic area. Suspect Lyme disease-endemic areas are locations where ticks of more than one developmental stage have been found, where *B. burgdorferi* has been detected in ticks or rodent samples, but where a second year of field sampling has not yet taken place. These known or suspect Lyme disease-endemic areas are based on data provided by provincial public health organizations, and were mapped using ArcGIS Version 10.2 (ESRI).

Field surveillance

Data were collated on occurrence of *I. scapularis* in field studies conducted by experienced field personnel in collaborations of the Public Health Agency of Canada with provincial government organizations in New Brunswick (2008), Quebec (2010-2012), Manitoba (2010-2012), Nova Scotia (2012), and Ontario (2012-2013). In addition, data from surveillance conducted from 2010 to 2012, and using drag sampling only, were provided by several local public health units in Ontario. In New Brunswick, northwestern Ontario and some sites in Manitoba, both drag sampling (for at least three person-hours per site) and capture of wild rodents (with appropriate ethical approval) were used (12). In all other studies only drag sampling was used.

The species of all ticks in all studies were identified at the Public Health Agency of Canada's National Microbiology Laboratory using standard identification keys. The locations of sampling sites were mapped using ArcGIS Version 10.2 (ESRI). The proportion and exact binomial 95% confidence intervals of sites on which *I. scapularis* were found in different locations were calculated. As these data were not all gathered contemporaneously or by a standardized technique in terms of season and drag-sampling effort, more detailed statistical analysis was not attempted.

Passive tick surveillance

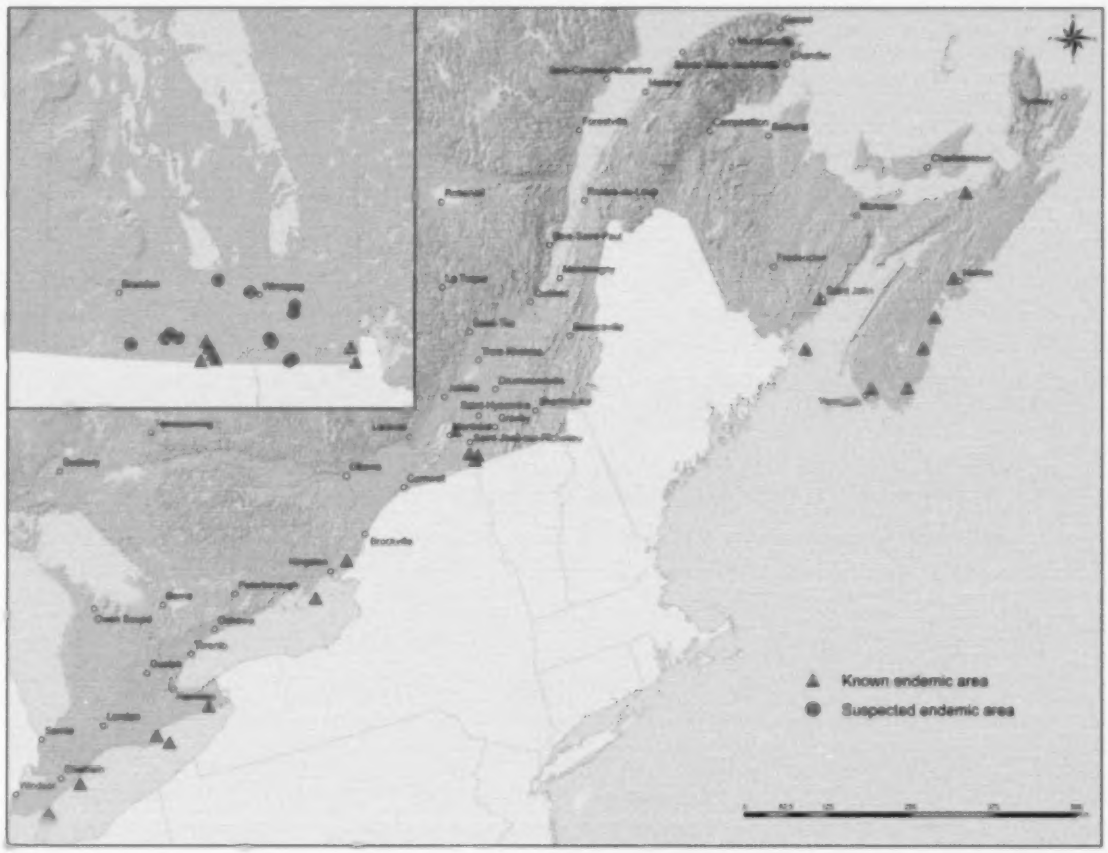
The locations of attachment of ticks submitted via provincial public health partners from participating medical and veterinary clinics, and by the general public from 2004 to 2012 were geocoded and mapped in ArcGIS Version 10.2 (ESRI). Only ticks submitted from people or domestic animals that had no history of recent travel were included in the analysis.

Results

Lyme disease-endemic areas

There are currently 18 confirmed and four suspect Lyme disease-endemic areas where *I. scapularis* has been established; these occur in southern Manitoba, southern and eastern Ontario, southern Quebec, southern New Brunswick and in some locations in Nova Scotia (**Figure 2**). Some of the Lyme disease-endemic areas in southern Manitoba, southeastern Ontario, and southern Quebec comprise multiple individual locations (15).

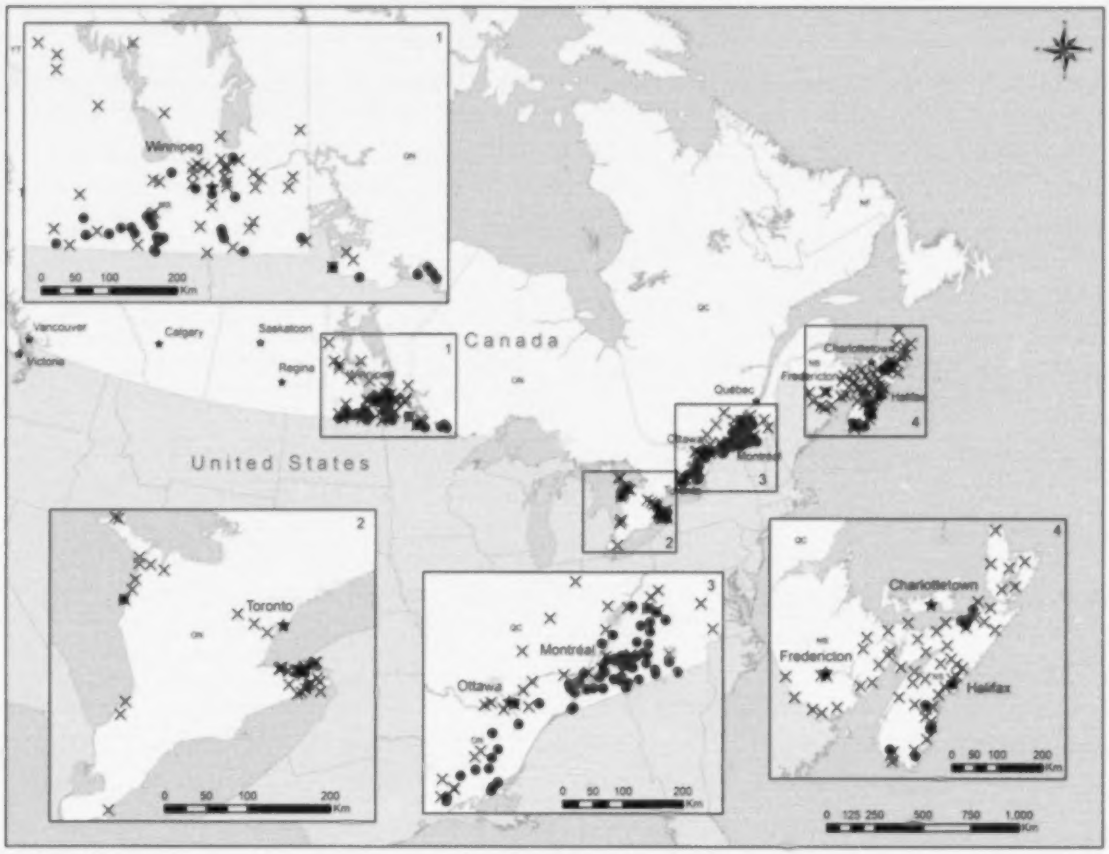
Figure 2: The distribution of known (red triangles) and suspect (blue circles) Lyme disease-endemic areas in Canada



Field surveillance

Field surveillance data from 296 sites were collated (70 in Manitoba, 87 in Ontario, 73 in Quebec, 16 in New Brunswick, and 50 in Nova Scotia) to identify potentially emerging *I. scapularis* populations and possible Lyme disease risk (**Figure 3**).

Figure 3: Results of field surveillance activities for blacklegged ticks in Canada from 2008 to 2012*

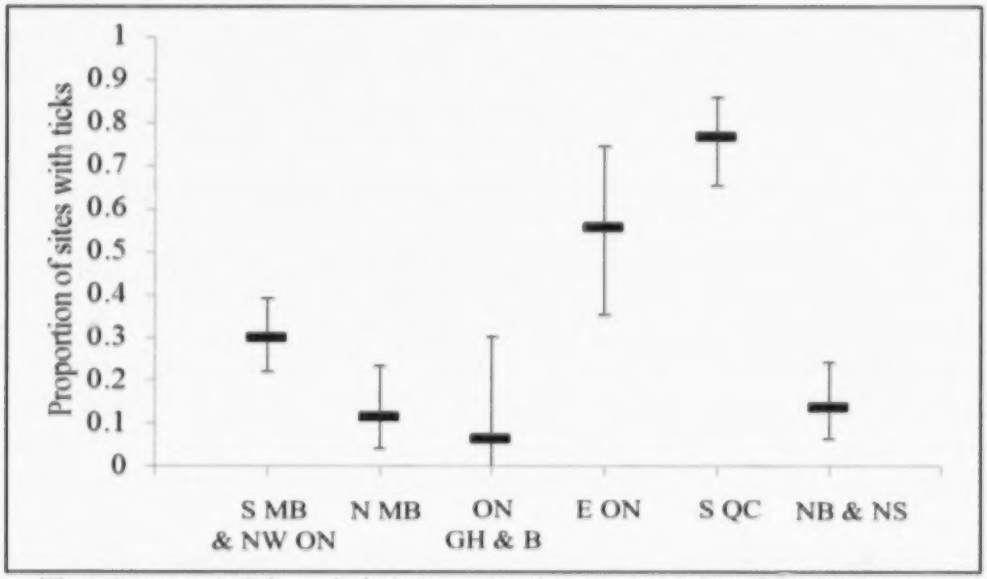


*Sites where at least one *I. scapularis* tick was found are indicated by filled circles. Sites where *I. scapularis* were not found are indicated by crosses.

The extent of locations where *I. scapularis* were found varied from province to province (**Figure 3**). *I. scapularis* were found in many woodland sites across southern Quebec and eastern Ontario (effectively comprising a contiguous zone of *I. scapularis* range expansion), and in a region extending across Manitoba south of Winnipeg into northwestern Ontario. Populations of *I. scapularis* are not known to occur at present in Alberta and Saskatchewan.

We assessed the proportion of sites in a region where *I. scapularis* ticks were found. In southern Quebec and eastern Ontario, the proportion of *I. scapularis*-positive sites was considerably greater than in the sites in Manitoba north of Winnipeg, in the Golden Horseshoe and Bruce Peninsula regions of Ontario, and in New Brunswick and Nova Scotia (**Figure 4**).

Figure 4: The proportion of sites visited in field surveillance, in different regions of Canada, at which *I. scapularis* ticks were found*



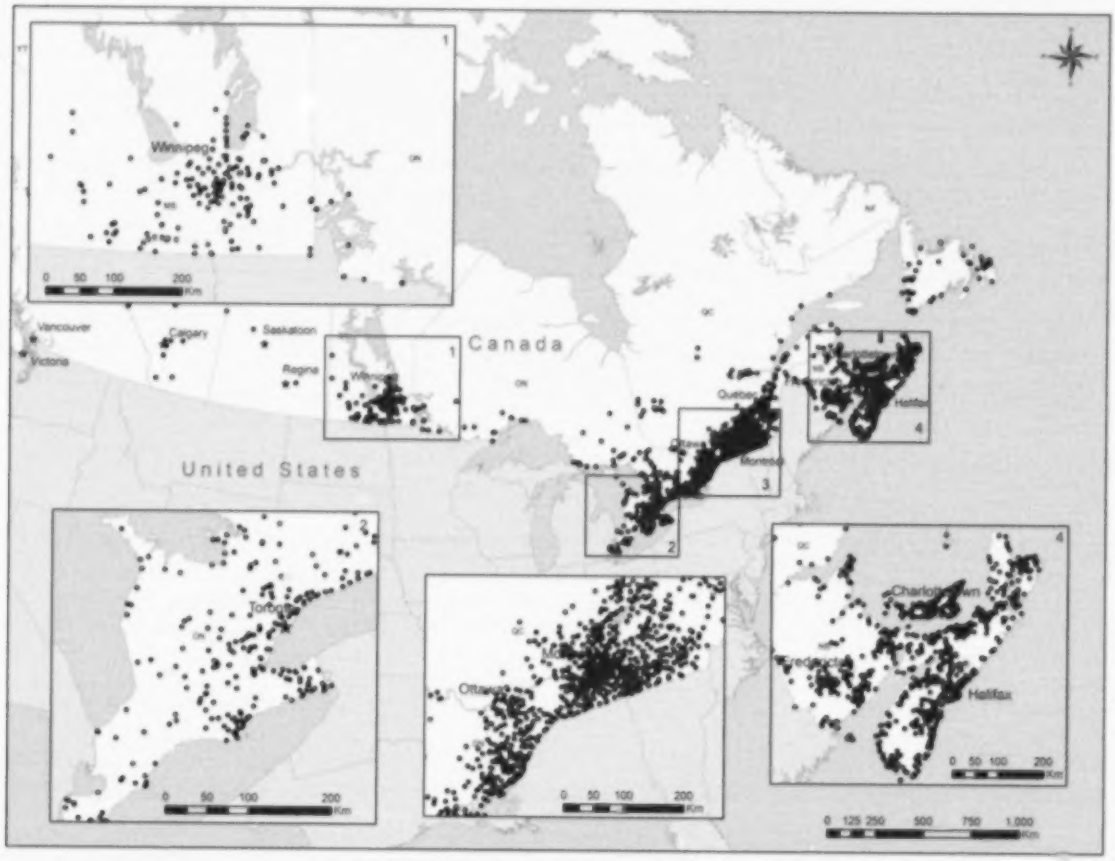
*The regions were Manitoba south of Winnipeg and northwestern Ontario (S MB & NW ON), Manitoba north of Winnipeg (N MB), Golden Horseshoe and Bruce Peninsula regions of Ontario (ON GH & B), eastern Ontario (E ON), southern Quebec (S QC), and New Brunswick and Nova Scotia (NB & NS). The error bars show exact binomial 95% confidence intervals for the proportion.

Passive tick surveillance

From 2004 to 2012 there were 25 738 individual submissions, comprising 28 388 individual ticks, from medical and veterinary clinics in nine Provinces (221 from Alberta, 10 from Saskatchewan, 1 063 from Manitoba, 9 905 from Ontario, 9 371 from Quebec, 1 631 from New Brunswick, 829 from Prince Edward Island, 2 553 from Nova Scotia, and 155 from Newfoundland). This represents over a tenfold increase compared with the 2 059 *I. scapularis* submissions from 1990 to 2003 (10).

The 2004 to 2012 submissions included 569 that comprised comprising nymphs only, 14 that comprised larvae only, 24 925 that comprised adult ticks only, and 230 submissions comprising multiple ticks of more than one tick stage. Interprovincial comparisons of numbers of submitted ticks are not possible due to variations in effort amongst and within provinces, and changes in effort from year to year. The likely locations where ticks were acquired by domestic animals or humans from which they were collected are shown in **Figure 5**.

Figure 5: The probable locations where *I. scapularis* ticks submitted from 2004 to 2012 in passive surveillance (acquired via domestic animal and human patients of participating veterinary and medical clinics)



Discussion

In this study we have presented data on surveillance for the tick vector *I. scapularis* and for Lyme disease-endemic areas where the presence of the *B. burgdorferi* has been confirmed. These surveillance data indicate that *I. scapularis* continues to expand its range into southern parts of central and eastern Canada.

Lyme disease-endemic areas are emerging in eastern and central Canada. In 2009 only 10 areas were confirmed in central and eastern Canada (indicated by arrows in Fig 2) (13), whereas now there are now 22 known or suspect Lyme disease-endemic areas in south central and southeastern Canada.

The field surveillance data collated from a number of sources showed that the geographic scope of *I. scapularis* invasion is much greater than that of Lyme disease-endemic areas. The patterns of *I. scapularis* invasion appear to vary from place to place. As expected, invasion is most likely in southern regions of Canada that are closer to

the United States border, as demonstrated by surveillance in Manitoba. Broad regions of *I. scapularis* invasion are occurring in a contiguous region of southern Manitoba and northwestern Ontario, and in a contiguous region of eastern Ontario and southern Quebec. In southern Ontario west of Toronto, southern New Brunswick, and in Nova Scotia, there was little evidence of Lyme disease risk in the sites visited outside of known Lyme disease-endemic areas.

Geographic differences in *I. scapularis* are likely due to differences in rates with which ticks are being carried in from source tick populations, and the factors that determine the suitability of any one location for tick populations to become established (i.e. climate, habitat, and the abundance of suitable wild animal hosts) (14-15). However, in general the field surveillance supports the accuracy of risk maps that have been developed for current and future (with climate change) invasion of *I. scapularis* (14).

There are a number of limitations to this surveillance study. First, there are no data available from western Canada. We know Lyme disease-endemic areas occur in British Columbia, but Lyme disease risk may be relatively low because *I. pacificus* is a less efficient vector than *I. scapularis* (13). There are limitations to the field surveillance data. It is possible that ticks at low densities could have been present on some sites where *I. scapularis* were not found. Results may have also varied due to variations in operator experience, effort per site, and year and month of surveillance. Finally, some of these data date back to 2008 and may no longer reflect the current situation.

The distribution of ticks submitted in passive surveillance was similar to that of tick populations identified in field surveillance. However, this also suggests a low-level risk of exposure of Canadians to Lyme disease in the more northern regions of Manitoba, Ontario, and Quebec, as well as in Newfoundland and Prince Edward Island. This is likely due to ticks being dispersed from established Lyme disease-endemic areas in Canada and the United States by migratory birds and other hosts (10, 16). The increasing numbers of Lyme disease-endemic areas, the much wider distribution of tick populations identified by field surveillance, as well as a tenfold increase in the numbers of *I. scapularis* submitted in passive surveillance illustrate the changing landscape of Lyme disease risk in Canada. This is consistent with the increase in reported cases of human Lyme disease.

Future research efforts should be targeted towards integrated surveillance for human cases and *I. scapularis* ticks to identify Lyme disease risk areas and guide the targeting of public health responses. The quantification of the relationship between environmental risk and human case occurrence and incidence is currently under development as part of the national Lyme disease surveillance program. However, expanding surveillance for environmental risk would constitute good public health practice by identifying emerging Lyme disease risk (as well as risk from other *I. scapularis*-borne diseases), and allowing implementation of prevention efforts prior to the occurrence of high numbers of human cases.

References

(1) Kurtenbach K, Hanincova K, Tsao J, Margos G, Fish D, Ogden NH. Key processes in the evolutionary ecology of Lyme borreliosis. Nat Rev Microbiol. 2006;4:660-69.

(2) Bacon RM, Kugeler KJ, Mead PS, Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Surveillance for Lyme disease--United States, 1992-2006. MMWR Surveill Summ. 2008;57(SS10):1-9

(3) Thompson C, Spielman A, Krause PJ. Coinfecting deer-associated zoonoses: Lyme disease, babesiosis, and ehrlichiosis. Clin Infect Dis. 2001;33:676-85.

(4) Pritt BS, Sloan LM, Johnson DK, Munderloh UG, Paskewitz SM, McElroy KM, et al. Emergence of a new pathogenic Ehrlichia species, Wisconsin and Minnesota, 2009. N Engl J Med. 2011;365:422-9.

(5) Krause PJ, Narasimhan S, Wormser GP, Rollend L, Fikrig E, Lepore T, et al. Human *Borrelia miyamotoi* infection in the United States. N Engl J Med. 2013;368:291-3.

(6) Leighton P, Koffi J, Pelcat Y, Lindsay LR, Ogden NH. Predicting the speed of tick invasion: an empirical model of range expansion for the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. J Appl Ecol. 2012;49:457-64.

(7) Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M, et al. Human risk of infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent, in eastern United States. Am J Trop Med Hyg. 2012;86:320-7.

(8) Naleway AL, Belongia EA, Kazmierczak JJ, Greenlee RT, Davis JP. Lyme disease incidence in Wisconsin: a comparison of state-reported rates and rates from a population-based cohort. Am J Epidemiol. 2002;155:1120-7.

(9) Ogden NH, Koffi JK, Lindsay LR. Assessment of a screening test to identify Lyme disease risk. CCDR 2014, Vol 40-5.

(10) Ogden NH, Trudel L, Artsob H, Barker IK, Beauchamp G, Charron D, et al. *Ixodes scapularis* ticks collected by passive surveillance in Canada: analysis of geographic distribution and infection with the Lyme borreliosis agent *Borrelia burgdorferi*. J Med Entomol. 2006;43:600-9.

(11) Health Canada. Consensus conference on Lyme disease. CMAJ. 1991;144:1627-32.

(12) Bouchard C, Beauchamp G, Nguon S, Trudel L, Milord F, Lindsay LR, et al. Associations between *Ixodes scapularis* ticks and small mammal hosts in a newly endemic zone in southeastern Canada: Implications for *Borrelia burgdorferi* transmission. Ticks Tick Borne Dis. 2011;2:183-90.

(13) Ogden NH, Lindsay LR, Morshed M, Sockett PN, Artsob H. The emergence of Lyme disease in Canada. CMAJ. 2009;180:1221-4

(14) Ogden NH, St-Onge L, Barker IK, Brazeau S, Bigras-Poulin M, Charron DF, et al. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. Int J Health Geogr. 2008;7:24.

(15) Ogden NH, Mechai S, Margos G. Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for pathogen diversity. Front Cell Infect Microbiol. 2013;3:46.

(16) Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L, et al. Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of *Borrelia burgdorferi* elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. Environ Health Perspect. 2010;118:909-14.

Acknowledgements

We thank our colleagues in provincial organizations who participated in the field and passive tick surveillance system (Alberta Health, Saskatchewan Health, Manitoba Health, Ontario Agency for Health Promotion and Protection, Institut national de santé publique du Québec and Laboratoire de santé publique du Québec, Université de Montréal, New Brunswick Agriculture, Aquaculture and Fisheries and New Brunswick Health, Nova Scotia Health and Wellness and Department of Natural Resources, Newfoundland & Labrador Department of Natural Resources), the Hastings & Prince Edward Counties, Chatham-Kent, Region of Peel, Niagara Region, County of Lambton, Grey Bruce and Northwestern Health Units in Ontario who provided field surveillance data as well as individuals in Canadian universities, veterinarians, and the public who submitted ticks.

Conflict of interest

There are no conflicts of interest to declare.

Funding

This work was supported by the Public Health Agency of Canada.

Assessment of a screening test to identify Lyme disease risk

Ogden NH[1*], Koffi JK[1], Lindsay LR[2]

[1] Centre for Food-borne, Environmental and Zoonotic Infectious Diseases, Public Health Agency of Canada, Saint-Hyacinthe, Quebec

[2] National Microbiology Laboratory, Public Health Agency of Canada, Winnipeg, Manitoba

* Corresponding author: nicholas.ogden@phac-aspc.gc.ca

Abstract

Background: Lyme disease is emerging in eastern and central Canada due to the spread of the tick vector *Ixodes scapularis*. Currently, the test to establish Lyme disease-endemic areas requires multiple site visits and multiple sampling methods, and is consequently complex, time-consuming, and resource-expensive.

Objective: To assess the capacity of drag sampling alone as a screening technique to identify areas of Lyme disease risk.

Method: We conducted a retrospective analysis of field surveillance data obtained at 100 site visits in 2007 and 2008 in southern Quebec.

Outcome: Drag sampling used alone had 50% sensitivity but 86% specificity to identify early-established *I. scapularis* populations. Ticks were found throughout the period May to October.

Conclusion: One site visit of drag sampling of three person-hours between May and October may be sufficient to identify a Lyme disease risk location. This information can be used by public health professionals to develop public health responses and by medical practitioners to assist in the clinical diagnosis of Lyme disease.

Introduction

Lyme disease in North America is caused by the spirochete *Borrelia burgdorferi* sensu stricto (henceforth referred to as *Borrelia burgdorferi*), which is transmitted by the tick vector *Ixodes scapularis* in eastern and central North America (1). The geographic range of *I. scapularis* is spreading from the United States into eastern and central Canadian provinces (2), due to dispersal of ticks by songbirds during spring migration, and enhanced environmental suitability for the tick with a changing climate (3). Generally, where the ticks have become established, Lyme disease risk follows (4).

Critical to the management of the expanding risk of Lyme disease in Canada is identifying where the ticks have become established and are transmitting *B. burgdorferi* among their wildlife hosts (5). This is important both to inform public health activities by identifying the population at risk, and to aid in the clinical diagnosis of Lyme disease and the interpretation of laboratory tests (5-6).

The occurrence of possible new locations of Lyme disease risk can be signaled by the occurrence of Lyme disease cases in these locations, or by information from passive tick surveillance (7, 3). The current gold standard to confirm the presence of Lyme disease risk (i.e. to identify a Lyme disease-endemic area) in these areas, or in prospective studies, requires considerable human and financial resources over a two-year period. Endemic areas for the tick vectors are defined as a contiguous sampling area where "all three stages larva, nymph and adult are present .... on resident animals or in the environment for at least 2 consecutive years" (7), Lyme disease-endemic areas are those where the tick vectors are endemic and where there is evidence the ticks are transmitting *B. burgdorferi* among reservoir hosts (7). Identification of these areas requires drag sampling and the capture and testing of a minimum of 30 wild rodents.

Drag sampling involves trailing a 1-m^2 flannel through the habitat to collect unfed ticks that are host-seeking on the woodland floor. Rodents are captured in live traps and examined for ticks. Wild rodents are natural hosts of larval and nymphal ticks as well as being reservoir hosts for *B. burgdorferi*. Ticks and blood and tissue samples from captured rodents are tested for evidence of *B. burgdorferi* infection by polymerase chain reaction (PCR), serology, and/or culture. Although this method has a high specificity and sensitivity to detect infected ticks and *B. burgdorferi*, it is time consuming. It requires multiple site visits to place traps and then open them to sample rodents the following day. This process is usually repeated three times a year for two years. This is challenging both logistically and in terms of human and financial resource needs, is limited by the availability of trained field operatives and may limit the amount of field surveillance that can be conducted by provincial and municipal public health organizations.

In the United States, the mainstay of field surveillance is drag sampling alone, based on the observation that the numbers of infected ticks collected by drag sampling correlates with risk to humans (8). It is also known that different tick stages are active at different times of the year, and tick abundance overall can vary from one year to the next, particularly in emerging risk areas (10).

The objective of this study was to assess whether drag sampling alone may be sufficient as a screening technique to identify *I. scapularis* populations and Lyme disease risk in Canada and whether this may be affected by the time of year sampling occurs.

Methods

To assess drag sampling alone as a screening technique to identify Lyme disease risk, we retrospectively analyzed data from previous field studies carried out at 71 individual sites in southern Quebec in 2007 and 2008. (3, 9). Sites were selected to ensure the habitat was suitable for *I. scapularis* and to minimize intersite variations in habitat. Variations in presence and numbers of *I. scapularis* ticks was mostly determined by temperature conditions at the sites (3). Some of the 71 sites were visited up to four times over the period from 2007 to 2008, so there were data from 100 site visits. At each site visit, the presence of *I. scapularis* was determined by drag sampling the environment (with an effort of three person-hours per site visit), and by examination of captured rodents for feeding ticks. At each site visit, 15 mice were captured, giving 95% probability of detecting a tick-infested rodent if the true prevalence is 20%. This was lower than the 30 mice recommended by guidelines developed by Health Canada in 1991 (to give 95% probability of detecting an infested mouse if the true prevalence was 10%), as the objective in the 1991 guidelines was to confirm the absence of ticks (7). The species of all collected ticks was determined using standard tick identification keys (3). All identification of ticks and laboratory analyses for *B. burgdorferi* infection in samples collected from these sites were conducted at the Public Health Agency of Canada's National Microbiology Laboratory.

For each site visit, the identification of *I. scapularis* on rodents and by drag sampling were considered as binary data (i.e. either present or absent). To assess the sensitivity and specificity of drag sampling, the presence or absence of ticks by drag sampling was compared with the presence or absence of ticks in the captured rodents. Sensitivity of drag sampling was calculated as the proportion of site visits where ticks were found by drag sampling and there were also *I. scapularis*-infested rodents. Specificity was the proportion of the site visits where ticks were absent by drag sampling and there were no *I. scapularis*-infested rodents. Ticks collected by drag sampling during site visits where there were no *I. scapularis*-infested rodents could be considered to be adventitious ticks, i.e. ticks carried into the site by animal or bird hosts that acquired the ticks in other locations.

To explore whether the season or year of site visits had an impact on the ability of drag sampling to detect ticks, two logistic regression models were created in which site identification number was a random effect (as some sites were visited multiple times). In the first model, we explored whether there were seasonal variations in the capacity of examination of captured rodents to detect *I. scapularis* on a site. In this model, the outcome variable was presence of *I. scapularis* as determined by examination of captured rodents, and the explanatory variables were year of sampling and season of sampling (season 1 being May to June, season 2 being July to August, and season 3 being September to October). In the second model, we explored whether the season and year of sampling were associated with variations in the capacity of drag sampling to predict the presence of *I. scapularis*

on rodents. Interactions amongst drag-sampling results and season were also explored. All analyses were conducted in Stata SE 11.0 (StataCorp, College Station, Tx) and the threshold for significance was P <0.05.

Results

A total of one hundred site visits were conducted at 71 sites over a two-year period. At all the sites visited, the density of ticks and *B. burgdorferi* infection prevalence were low (3), which was consistent with early stage of establishment of the tick and *B. burgdorferi* transmission cycles (10, 11). Eleven of the sites at which *I. scapularis* were identified at visits in 2007 were revisited in 2008 at least once. At the 2008 site visits, two or more stages of *I. scapularis* were detected at all of the sites, supporting the idea that these sites did not just have adventitious ticks as they contained reproducing populations of *I. scapularis* (3).

Of the 58 site visits at which *I. scapularis* were collected from captured rodents, 29 also yielded *I. scapularis* by drag sampling, so the sensitivity of drag sampling was 50% (**Table 1**). Of the 42 site visits at which no *I. scapularis* were found on rodents, 36 yielded no *I. scapularis* by drag sampling, so the specificity of drag sampling was 86% (36/42). However, on two of the sites on which drags were positive, rodent testing was negative, but ticks were found on rodents at previous or subsequent visits, suggesting that in these two instances, ticks collected by drag sampling were not adventitious ticks.

Table 1: Sensitivity and specificity of drag sampling alone to detect *I. scapularis* feeding on captured rodents (n=100 site visits)

	***I. scapularis* ticks detected on rodents n=58**	***I. scapularis* ticks not detected on rodents n=42**
Drag sampling was POSITIVE	29/58 = 50% sensitivity	6/42
Drag sampling was NEGATIVE	29/58	36/42 = 86% specificity

The proportion of site visits at which *I. scapularis* were collected from captured rodents was significantly greater in 2008 than 2007 (odds ratio [OR] = 10.7, 95% CI 1.01 – 105.6, P <0.05), but there was no significant variation amongst seasons (x^2 = 2.4, df = 2, P> 0.1). Similarly, the proportion of site visits at which *I. scapularis* were collected by drag sampling was significantly greater in 2008 than 2007 (OR = 6.4, 95% CI 2.23 – 18.36, P <0.05), but there was no significant variation among seasons (x^2 = 2.6, df = 2, P> 0.1). The seasonal activity of the different stages of *I. scapularis* on rodents and drags was also consistent with that expected of northeastern North America (i.e. adults active in spring and autumn, nymphs active in spring and early summer, and larvae active in late summer and early autumn) (3). When the detection of *I. scapularis* on drag sampling was included as an explanatory variable, it was significantly associated with the detection of *I. scapularis* on captured rodents (OR = 9.48, 95% CI = 1.46 – 60.94) but there were no significant interactions with the season or year.

Discussion

This analysis suggests that drag sampling has good specificity, but less sensitivity than examination of captured rodents to identify where Lyme disease may be acquired now or in the near future. A specificity of almost 90% suggests that if *I. scapularis* ticks are found by drag sampling, it is likely a risk area for Lyme disease. A sensitivity of 50% suggests that some sites with low densities of ticks will be missed by drag sampling alone. However, sites where ticks are present in rodents but undetected by drag sampling are most likely sites where tick populations and *B. burgdorferi* transmission cycles are at a very early stage of establishment, and pose a low level of Lyme disease risk to the public (10). When ticks were found by drag sampling and on rodents, ticks were also found at that site in the following year. Together, this means there is relatively high confidence that if an *I. scapularis* tick is found by drag sampling, then an emerging, self-sustaining, reproducing population of *I. scapularis* ticks likely is present at that location.

The strength of this study is that our preliminary evidence suggests this simple field technique can offer a good indication of Lyme disease risk. This is consistent with American studies linking drag sampling results to human disease incidence (8). This is also consistent with what has occurred in Ontario and Quebec: as tick populations become more firmly established, tick density and tick infection prevalence will rise (4). Screening for Lyme disease risk by drag sampling alone is also relatively easy and cheap to operationalize and did not seem to be affected by seasonal variation.

A limitation of this study was using the positive rodent test as the comparator, versus the more comprehensive 1991 guidelines test for establishing a Lyme disease-endemic area. The rodent test was a good proxy but was not ideal, as evidenced by the two instances where drag sampling was positive but rodent test was negative. The assumption that these were adventitious ticks was not substantiated as ticks were found in rodents at those sites in subsequent years. Drag sampling also detects adult ticks active in spring and autumn, and these do not feed on rodents so would not be detected by rodent capture alone (10).

Another potential limitation of the study is that it did not assess the effectiveness of field training. Not all ticks, for example, are easily identifiable. Larvae active in late summer are smaller than spring-active nymphs and individually less likely to be found (10). Training of field staff to identify the very small immature ticks would be needed, but this training would be much easier to implement than training for capture, handling and/or anesthesia and examination of rodents.

Further study is warranted to explore the relationships between tick abundance and infection prevalence and incidence of human cases to more clearly be able to quantify the relationship between environmental measures of risk and disease risk. Also, replication of the study in different habitats and geographic locations (e.g. woodlands of British Columbia, Manitoba, and the Maritimes) would be prudent to explore and ensure the generalizability of the findings.

Drag sampling may be most useful in identifying the progression of areas at risk in provinces where Lyme disease risk has already been established. Once a Lyme disease-endemic area is confirmed, then the one-visit drag-sampling method could be employed to identify areas of risk over a wider geographic area. However, it may be prudent for public health practitioners in provinces (such as Alberta, Saskatchewan, and Prince Edward Island) and the territories where *I. scapularis* or *I. pacificus* do not presently occur, to use the 1991 guidelines methodology recommended to detect Lyme disease-endemic areas (7) before using this screening test to assess emerging tick populations.

Our study suggests that a single drag-sampling visit may be a good screening test to detect Lyme disease risk locations to complement the 1991 guidelines approach to confirming a Lyme disease-endemic area. Studies assessing the effectiveness of teaching drag-sampling are indicated, as this would be a simple cost-effective way for local or regional public health to determine Lyme disease risk in their jurisdiction. This could then be used to alert public health and medical practitioners, and the public of a Lyme disease risk and enable a timelier implementation of public health interventions.

References

(1) Thompson C, Spielman A, Krause PJ. Coinfecting deer-associated zoonoses: Lyme disease, babesiosis, and ehrlichiosis. Clin Infect Dis. 2001;33:676-85.

(2) Ogden NH, Lindsay LR, Morshed M, Sockett PN, Artsob H. The emergence of Lyme disease in Canada. CMAJ. 2009;180:1221-4.

(3) Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L, et al. Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of *Borrelia burgdorferi* elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. Environ Health Perspect. 2010;118:909-14.

(4) Ogden NH, Lindsay LR, Leighton P. Predicting the rate of invasion of the agent of Lyme disease, *Borrelia burgdorferi* in North America. J Appl Ecol. 2013;50:510-8.

(5) Barker IK, Lindsay LR. Lyme borreliosis in Ontario: determining the risks. CMAJ. 2000;162:1573-4.

(6) Wormser GP, Dattwyler RJ, Shapiro ED, Halperin JJ, Steere AC, Klempner MS, et al. The clinical assessment, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: Clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis 2006;43:1089-134.

(7) Health Canada. Consensus conference on Lyme disease. CMAJ. 1991;144:1627-32.

(8) Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M, et al. Human risk of infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent, in eastern United States. Am J Trop Med Hyg. 2012;86:320-7.

(9) Ogden NH, St-Onge L, Barker IK, Brazeau S, Bigras-Poulin M, Charron DF, et al. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. Int J Health Geogr. 2008;7:24.

(10) Bouchard C, Beauchamp G, Nguon S, Trudel L, Milord F, Lindsay LR, et al. Associations between *Ixodes scapularis* ticks and small mammal hosts in a newly endemic zone in southeastern Canada: Implications for *Borrelia burgdorferi* transmission. Ticks Tick Borne Dis. 2011;2:183-90.

(11) Ogden NH, Mechai S, Margos G. Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for pathogen diversity. Front Cell Infect Microbiol. 2013;3:46.

Acknowledgements

We acknowledge all our co-authors on the previous studies (3, 9) that provided the data analyzed here.

Conflict of interest

There are no conflicts of interest to declare.

Funding

The field work of this study was funded by the Public Health Agency of Canada and the Institut de santé publique du Québec.

Summary of the Public Health Agency of Canada's *Action Plan on Lyme Disease*

Harymann M[1]*, Ogden N[1], Lindsay R[1], Lawless V[1], Deilgat M[1] and Sternthal S[1]

[1] Public Health Agency of Canada, Centre for Food-borne, Environmental and Zoonotic Infectious Diseases
* Corresponding author: marian.harymann@phac-aspc.gc.ca

Abstract

Background: Lyme disease is an emerging infectious disease in Canada that requires a comprehensive approach to prevention and control. It is a serious illness caused by a bacterium transmitted by certain types of ticks. The risk of Lyme disease currently exists in southern parts of British Columbia and Manitoba, southern and eastern Ontario, southern Quebec and New Brunswick, and in some locations in Nova Scotia.

Objective: To highlight the Public Health Agency of Canada's *Action Plan on Lyme Disease*, which aims to mitigate the risks to Canadians posed by Lyme disease through concrete activities being undertaken jointly with the provinces, territories, and various stakeholders.

Approach: A multidisciplinary approach was used to assess the evidence on Lyme disease in Canada, analyze stakeholder concerns and evaluate what was currently available to inform public health professionals and the public. This assessment informed the development of an action plan intended to address the prevention, diagnosis and treatment of Lyme disease.

Results: The *Action Plan on Lyme Disease* sets out concrete action to be undertaken over three years, beginning in March 2014. It is built upon three pillars: 1.) Engagement, education and awareness, 2.) Surveillance, prevention and control, and 3.) Research and diagnosis.

Conclusion: Effective prevention and control of Lyme disease in Canada requires a coordinated multi-partner and stakeholder engagement approach.

Introduction

Lyme disease is an emerging infectious disease in Canada that requires a comprehensive approach to prevention and control. It is a serious illness caused by a bacterium transmitted by certain types of ticks. The risk of Lyme disease currently exists in southern parts of British Columbia and Manitoba, southern and eastern Ontario, southern Quebec and New Brunswick, and in some locations in Nova Scotia. As migratory birds and other animal hosts carry ticks to new areas, the risk of Lyme disease is spreading. To promote prevention, early diagnosis, and treatment, greater public awareness of the disease is needed along with collaborative engagement of public health and health care professionals, academics, scientists, and patient advocacy groups.

The objective of this *Action Plan* is to mitigate the risks to Canadians posed by Lyme disease through concrete activities being undertaken jointly with the provinces, territories, and various stakeholders.

Approach

A multidisciplinary approach was used to assess the surveillance, risk assessment, and research evidence on Lyme disease in Canada and internationally; to analyze diverse stakeholder concerns regarding prevention, diagnosis and treatment of the disease; and to evaluate the usefulness of information available to public health professionals and the public. This information was then used to inform the development of an action plan intended to address the prevention of Lyme disease, so that any Lyme disease cases that do occur can be diagnosed and

treated early in the course of disease. The plan was also aligned with priority areas of the Public Health Agency of Canada and key federal objectives (**Figure 1**).

The Action Plan

The *Action Plan* is built upon three pillars: 1.) Engagement, education and awareness, 2.) Surveillance, prevention and control, and 3.) Research and diagnosis.

Engagement, education and awareness

A key element in preventing Lyme disease and promoting early diagnosis and treatment is raising public awareness and healthcare provider knowledge. To achieve this goal, activities will focus on:

- An advertising campaign targeting health care professionals, as well as Canadians practising outdoor activities;
- Stakeholder outreach, e.g. the dissemination of a comprehensive toolkit of educational materials for a range of end users, including public health professionals;
- Media engagement, including proactive interviews with experts and a partnership with News Canada;
- Social media activities, including Facebook, Twitter, and blogs.

The Public Health Agency of Canada (the Agency) is actively engaging provincial and territorial health authorities and other stakeholders to coordinate a national communications response to Lyme disease to better protect Canadians.

Surveillance, prevention and control

The collection, analysis, and interpretation of epidemiological data are essential features of public health practice. The Agency has developed an approach to national surveillance for both ticks and human cases of Lyme disease. The surveillance aims to measure national and regional changes in incidence and to identify populations at risk. To address the need for continued and enhanced surveillance, prevention, and control for Lyme disease, the Agency is:

- Working with partners to explore innovative ways to conduct surveillance;
- Developing strategies to encourage preventive behaviour;
- Conducting systematic reviews and other research on the epidemiology, prevention, and control of Lyme disease in Canada to inform the development of public health guidelines;
- Undertaking field studies to inform risk models that identify emerging risk areas.

The Agency also plans to consult with stakeholders to help improve prevention efforts, and public health guidelines on Lyme disease to reflect the latest scientific evidence and best practices.

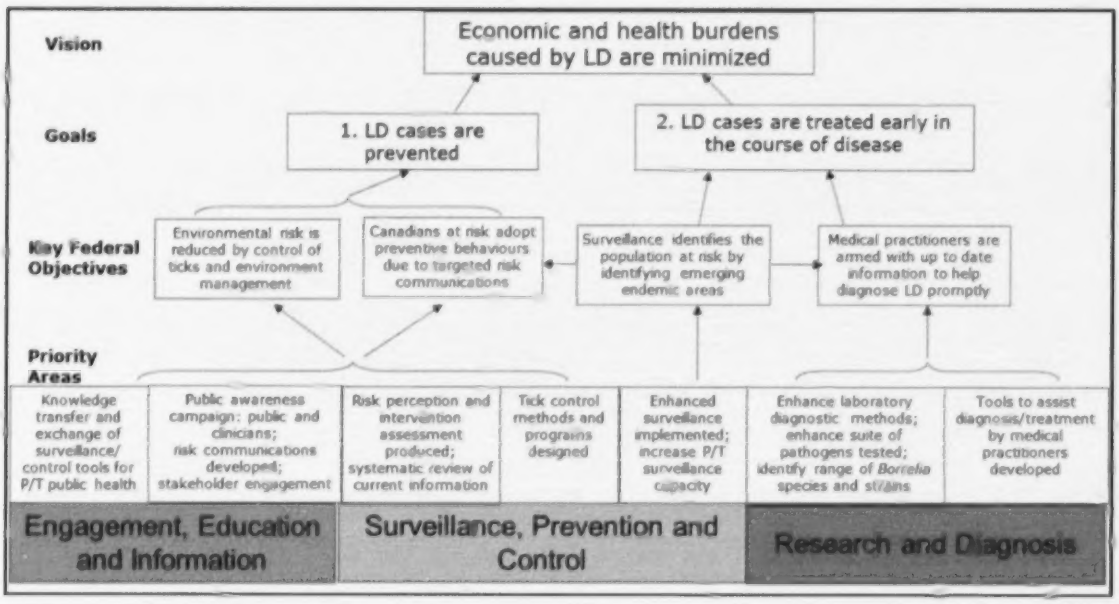
Research and diagnosis

There is a need for continued research on Lyme disease and other emerging tick-borne diseases to better understand the causes and complications of the disease, and how to effectively diagnose and treat it. Through examination of evidence-based research, the Agency will explore:

- New methods of controlling the ticks that carry and spread Lyme disease;
- Improved diagnostic methods as they become available;
- The strains and species of tick-borne pathogens, their geographic locations, and their possible implications for diagnosis and disease severity.

Clinical practice and laboratory guidelines will be reviewed and updated.

Figure 1: The three pillars of the *Action Plan on Lyme Disease* and their alignment with priority areas, key federal objectives, goals, and vision



Conclusion

Effective prevention and control of Lyme disease in Canada requires a coordinated multi-partner and stakeholder engagement approach. This will contribute to minimizing the impact of Lyme disease through:

- Improved understanding and awareness of Lyme disease by the public, health care providers, and other stakeholders;
- Enhanced national surveillance to pinpoint where the disease is emerging and which populations are at risk;
- Research to generate new insights into effective diagnosis and treatment;
- Promotion of early diagnosis and treatment of Lyme disease.

Acknowledgements

We recognize the input of many stakeholders who contributed to the development of this Action Plan and who will continue to be vital in its implementation. Many thanks to the individuals in the Public Health Agency of Canada who also provided input into drafts of the *Action Plan*.

Conflict of interest statement

There are no conflicts of interest to declare.

Funding

This work was supported by the Public Health Agency of Canada.

References

Public Health Agency of Canada. Action Plan on Lyme disease. http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/lyme-plan-eng.php

Lyme disease prevention and control – the way forward

Beard CB[1,*]

[1] Division of Vector-Borne Diseases, U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Fort Collins, CO

* Corresponding author: cbeard@cdc.gov

Introduction

Lyme borreliosis is a tick-borne illness caused by the spirochete *Borrelia burgdorferi*, harbored primarily by small rodents, and transmitted by ticks in the genus *Ixodes*. It was first recognized clinically in the 1970s, in a cluster of juvenile arthritis cases in Connecticut (1). Over the last twenty five years, Lyme disease has been increasing steadily in the United States, both in case numbers and in geographic distribution. As noted in the other articles in this issue, Lyme disease has started to show a similar pattern in Canada. In the United States, there were over 30,000 cases reported to the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in 2012, making it the 7th most common reportable condition. The increasing numbers of cases is thought to have resulted from expanding deer populations and suburban growth that have led to abundant reservoir hosts, more ticks, and greater opportunities for exposure in humans (2). It is important to note that the observed trends for Lyme disease emergence are similar for several other tick-borne diseases that share similar ecologies, including anaplasmosis, babesiosis, ehrlichiciosis, and Powassan disease.

Symptoms of Lyme disease range from an erythema migrans rash, early in the course of infection, to neuritis (e.g., facial palsy), carditis, and arthritis in later, disseminated stages of illness. Prompt treatment with 2-4 weeks of oral doxycycline results in symptomatic cure of the great majority of patients. Nevertheless, a subset of patients, especially those diagnosed and treated in later stages of illness, may have persistent fatigue, muscle aches, short-term memory problems, and other nonspecific symptoms. Consequently, one of the highest priority research needs in the field of Lyme disease is to elucidate the specific cause or causes of symptoms in these patients and to determine the safest and most effective treatment options. This question is the focus of several current or recently published research studies in humans and non-human primates that are evaluating treatment response, clinical outcome, and the possibility of spirochete persistence following treatment (3-5).

Another very high priority research need is for improved diagnostics. The currently validated diagnostic tests in common use for Lyme disease are all serologic tests that rely on a detectable antibody response. Consequently, these tests have limited value early in infection or in patients who have had prior infection, depending on how long ago the infection occurred. Some of the more promising research that is ongoing in this area focuses on the identification of direct diagnostic targets. These may either be nucleic acids or low molecular weight cellular metabolites that are indicators of active infection or a specific host-mediated response to infection.

One last highly critical research need worth noting is for the development and evaluation of safe and effective prevention and control tools and methods. This topic will be discussed further below.

In addition to these research needs, other critical needs must be addressed in order to establish and maintain an effective public health response. These include 1.) an accurate understanding of disease distribution and risk; 2.) an awareness of the disease among the public at risk and knowledge about how to protect themselves; 3.) informed healthcare providers who can recognize the disease and provide early and accurate diagnosis and treatment; 4.) validated prevention and control practices; and 5.) effective multi-level collaboration toward the goal of prevention. The remaining sections of this paper briefly discuss each of these topics.

Future Efforts

Disease distribution and risk

The starting point for an effective public health response to Lyme disease is to maintain accurate information on disease distribution and the specific locations and areas of risk. This is required to track disease trends and project future emergence, and is critical for targeting prevention education and resources for control. This is particularly true for emerging diseases like Lyme disease where the disease is expanding into areas where it did not previously exist and may not be recognized. It is also important to understand local disease ecology and epidemiology so that interventions can be targeted effectively to particular locations where infection risk is greatest.

Public awareness

Once the specific region or regions of enzootic activity and the specific epidemiologic risks have been identified, there is a need to raise awareness in these at-risk communities. Some of the methods available include the use of trail signs, public service announcements, and prevention information targeted to specific high-risk groups. Resources are increasingly available, both in Canada (6) and in the United States (7). Targeting prevention messages to areas where the disease is newly emerging will make newly at risk populations more aware of the problem and of what can be done about it. These groups may also be more eager to engage.

Healthcare provider education

Healthcare provider education is highly important in these areas of emerging risk. Despite the controversy that surrounds treatment of patients with persistent symptoms associated with Lyme disease, a common point of agreement is that early and accurate diagnosis and treatment (also referred to as secondary prevention) is the most effective way to reduce serious clinical outcomes. A recent report of Lyme carditis and sudden cardiac death emphasizes the need for vigilance in Lyme endemic areas to ensure prompt recognition and early, appropriate therapy (8). Healthcare providers also play an important role in prevention education by informing their patients about the ways to reduce their exposure to vector ticks. Several courses are now available for continuing medical education credit as well as other useful information (9-10).

Prevention and control practices

The most useful prevention tool for Lyme borreliosis would be a safe and effective human vaccine that has been adequately evaluated in both children and adults. No such vaccine is available at this time. Consequently, Lyme disease prevention recommendations currently include activities aimed at reducing exposure to infected ticks. These methods include such practices as area pesticide applications, landscape management, deer management, applying repellants or toxicants to skin or clothing, tick checks, showering after being in tick habitat, and host-targeted interventions (11). Some examples of the latter include reservoir-targeted vaccines, 4-poster deer devices, and bait boxes that contain acaricides that kill ticks on rodent hosts. In general, while these methods can reduce the numbers of ticks, scant evidence exists that their use actually reduces human illness. The human Lyme disease vaccine LYMErix™ was the only intervention that was ever demonstrated in large community trials to reduce human illness (12). In the absence of a human vaccine, the most effective efforts to reduce exposure to infected ticks will probably require a combination of personal protective measures and coordinated local activities aimed at reducing tick densities in places where people are most likely exposed. In evaluating these measures, however, true prevention outcomes should be assessed. Many studies have looked at the reduction in entomological risk (i.e. the reduction in abundance of infected nymphal ticks), but few measure the actual reduction in physician-diagnosed disease or a suitable proxy such as the numbers of ticks found on people in treated versus untreated groups (13).

Multi-level collaboration

The fifth and final critical need is for multi-level collaboration in the development and implementation of disease prevention efforts. Effective control begins at the local level, in the backyards, neighborhoods, parks, and green spaces where infected ticks are encountered. The best solutions for prevention are likely local solutions that account for variation in local disease ecology, the corresponding unique patterns of risk, and population preferences. Public health agencies at federal, state, and provincial levels, however, can more easily conduct or fund evaluation studies and can also draw from the experience of multiple communities across broad geographic areas. Having identified and validated the best prevention practices, they can then make this information available in the form of evidence-based guidelines and recommendations. Through their influence, they can stimulate communication and collaboration among the key public health partners, such as local health departments and community groups, including patient advocacy groups. People are likely to encounter infected ticks in multiple locations, including their own yards, their neighbor's yard, and public areas. For this reason, effective collaboration and coordination among key prevention partners at multiple levels will be essential in achieving lasting control. The Public Health Agency of Canada has recently launched a national *Action Plan on Lyme Disease* that will inform these efforts (14).

Conclusion

Lyme and other tick-borne diseases are on the increase in Canada and the U.S. There are a number of very important needs that are being addressed through current research, including improved diagnostic tests, an understanding of the cause of persistent symptoms and the corresponding best treatment options, and a safe and effective vaccine. An effective public health response depends upon an accurate understanding of the problem, knowledge and awareness among both healthcare providers and the population at risk, the availability of effective prevention and control methods that can reduce human illness, and the development and coordination of a national action plan that is applied locally, according to unique epidemiologic and ecological features of disease risk.

References

(1) Steere AC, Malawista SE, Snydman DR, Shope RE, Andiman WA, Ross MR, Steel FM. Lyme arthritis – An epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three Connecticut communities. Arthritis and Rheumatism. 1977; 20(20):7–17.

(2) Steere AC, Coburn J, Glickstein L. The emergence of Lyme disease. J Clin Invest. 2004; 113(8):1093–1101.

(3) Klempner MS, Baker PJ, Shapiro ED, Marques A, Dattwyler RJ, Halperin JJ, Wormser GP. Treatment trials for post-Lyme disease symptoms revisited. The American Journal of Medicine (2013) 126, 665-669.

(4) Embers ME, Barthold SW, Borda JT, Bowers L, Doyle L, Hodzic E, Jacobs MB, Hasenkampf, NR, Martin DS, Narasimhan S, Phillippi-Falkenstein KM, Purcell JE, Ratterree MS, Philipp MT. Persistence of Borrelia burgdorferi in Rhesus Macaques following Antibiotic Treatment of Disseminated Infection. PLoS ONE 7(1): e29914. DOI:10.1371/journal.pone.0029914.

(5) Marques A, Telford SR, Turk S-P, Chung E, Williams C, Dardick K, Krause PJ, Brandeburg C, Crowder CD, Carolan HE, Eshoo MW, Shaw PA, Hu LT. Xenodiagnosis to detect Borrelia burgdorferi infection: A first-in-human study. Clin Infec Dis. 2014. DOI: 10.1093/cid/cit939

(6) Public Health Agency of Canada. Lyme Disease Frequently Asked Questions. http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/lyme-fs-eng.php.

(7) CDC. Lyme Disease Prevention Tool Kit. www.cdc.gov/lyme/toolkit.

(8) CDC. Three Sudden Cardiac Deaths Associated with Lyme Carditis — United States, November 2012–July 2013. Morbidity and Mortality Weekly Report. 2013; 62(49):993–96.

(9) CDC. Lyme Disease Resources for Clinicians. www.cdc.gov/lyme/healthcare/clinicians.html.

(10) Public Health Agency of Canada. Lyme disease and other tick-borne diseases: Information for healthcare professionals. http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/tickinfo-eng.php.

(11) Piesman J, Eisen L. Prevention of Tick-Borne Diseases. Annu Rev Entomol. 2008; 53:323–43

(12) Poland GA, Jacobson RM. The prevention of Lyme disease with vaccine. Vaccine. 2001; 19:2303–08.

(13) Connally NP, Durante AJ, Yousey-Hindes KM, Meek JI, Nelson RS, Heimer R. Peridomestic Lyme Disease Prevention: Results of a Population-Based Case–Control Study. Am J Prev Med. 2009; 37:201-06.

(14) Harymann M, Ogden N, Lindsay R, Lawless V, Dielgat M, Sternthal S. Public Health Agency of Canada. Summary of the Public Health Agency of Canada's Action Plan on Lyme Disease. CCDR 2014, Vol 40-5.

Acknowledgments

I would like to thank Drs. Paul Mead and Lyle Petersen and Ms. Anna Perea for feedback and constructive criticism on the contents of this paper. The findings and conclusions in this report have not been formally disseminated by the Centers for Disease Control and Prevention and should not be construed to represent any agency determination or policy.

Conflicts of interest

The author has no conflicts of interest to report.

RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA

RMTC

Le 6 mars, 2014 • Volume 40•5
ISSN 1481-8531

À lire dans le présent numéro

Ce numéro porte sur la maladie de Lyme – les régions touchées, les nouvelles régions à risque, les moyens d'évaluer le risque au niveau local et les mesures mises en place pour lutter contre cette maladie.

Surveillance

Risque environnemental pour la maladie de Lyme dans l'est et le centre du Canada : un sommaire d'informations récentes en matière de surveillance .....

Ogden N. H., Koffi J. K., Pelcat Y. et Lindsay L. R.

Une nouvelle intervention de santé publique

Évaluation d'un test de dépistage devant servir à déterminer le risque de la maladie de Lyme .....

Ogden N. H., Koffi J. K. et Lindsay L. R.

Sommaire global

Sommaire du *Plan d'action sur la maladie de Lyme* de l'Agence de la santé publique du Canada .....

Harymann M., Ogden N., Lindsay R., Lawless V, Dielgat M. et Sternthal S.

Éditorial

Prévention et contrôle de la maladie de Lyme : allons de l'avant .....

Beard C.

Lien utile

La maladie de Lyme – Foire aux questions
http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/lyme-fs-fra.php

Webinaire

24 mars 2014 – La surveillance de la tuberculose au Canada
https://gts-ee.webex.com/gts-ee/onstage/g.php?d=551327919

Public Health Agency of Canada | Agence de la santé publique du Canada

Canada

Risque environnemental pour la maladie de Lyme dans l'est et le centre du Canada : un sommaire d'informations récentes en matière de surveillance

Ogden N. H.[1*], Koffi J. K.[1], Pelcat Y.[2]

et Lindsay L. R.[2]

[1] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Saint-Hyacinthe, Québec

[2] Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, Manitoba

* Auteur-ressource : nicholas.ogden@phac-aspc.gc.ca

Résumé

Contexte : La maladie de Lyme est la maladie à transmission vectorielle la plus communément signalée en zone tempérée. Au Canada, elle émerge du fait de la propagation de la tique vectrice *Ixodes scapularis* dans le territoire et d'un endroit à l'autre pour former de nouvelles aires de risque environnemental que l'on appelle « aires endémiques de la maladie de Lyme ». Il importe de localiser ces aires : cela permettra de recenser les populations à risque, de cibler les mesures à prendre et d'orienter le diagnostic clinique des patients atteints de la maladie.

Objectif : Fournir un portrait à jour des aires actuelles et émergentes de risque pour la maladie de Lyme dans l'est et le centre du Canada dans un sommaire de données récentes sur les aires endémiques de la maladie et sur la surveillance des tiques *I. scapularis*.

Méthodes : On a collecté et cartographié des données sur les endroits qui attestent la présence de *I. scapularis* selon des études de surveillance sur le terrain (effectuées par un éventail d'organismes fédéraux et provinciaux), afin d'obtenir un portrait plus complet de la présence de *I. scapularis* au Canada. De plus, ont été cartographiées à des fins de comparaison les aires géographiques de tiques soumises dans le cadre de la surveillance passive.

Résultats : On a vu s'accroître le nombre d'aires endémiques de la maladie de Lyme confirmées dans le sud du Manitoba, le sud et l'est de l'Ontario, le sud du Québec, le sud du Nouveau-Brunswick et dans certaines localités de la Nouvelle-Écosse; ces aires sont en effet passées de 10, en 2009, à 22, en 2012. D'après les données recueillies par la surveillance sur le terrain, les populations de tiques *I. scapularis* et le risque pour la maladie de Lyme sont plus géographiquement étendus que les aires endémiques connues; et la répartition de l'émergence de ces populations fluctue d'une province à l'autre. On a observé un décuplement du nombre de *I. scapularis* signalées par la surveillance passive : de 2 059 soumissions pour la période 1990-2003 à 25 738, pour 2004-2012.

Conclusions : Le nombre croissant d'aires endémiques de la maladie de Lyme, la répartition sensiblement plus vaste des populations de tiques repérées par surveillance sur le terrain et la montée de flèche des tiques détectées par la surveillance passive : voilà trois réalités qui donnent à penser que s'étend dans l'est et le centre du Canada la portée géographique du risque environnemental pour la maladie de Lyme – mais ce ne sont que les parties sud de cinq provinces qui sont les plus touchées.

Introduction

La maladie de Lyme, induite par *Borrelia burgdorferi*, est la maladie à transmission vectorielle la plus communément signalée dans la zone tempérée, touchant ainsi notamment l'Amérique du Nord (1, 2). Cette bactérie est transmise par les tiques, qui se nourrissent sur des hôtes fauniques réservoir, notamment les rongeurs et les oiseaux. L'espèce *Ixodes scapularis*, tique à pattes noires, en est la principale vectrice dans l'est

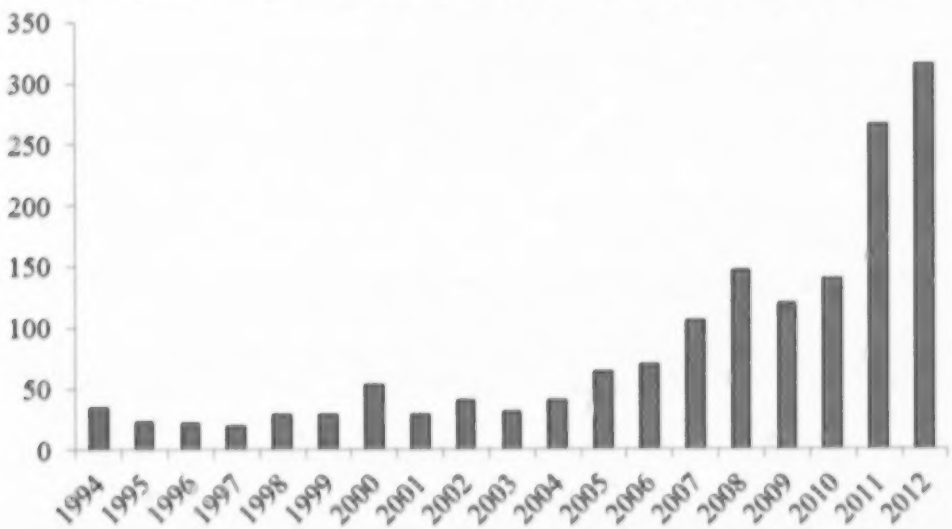
et le centre de l'Amérique du Nord, alors que l'espèce *Ixodes pacificus*, tique occidentale à pattes noires, en est la grande vectrice à l'ouest des montagnes Rocheuses. Ces deux espèces de tiques choisissent indifféremment leur hôte et se nourrissent aussi sur les humains, d'où une transmission possible de l'agent pathogène de la faune à l'humain. La présente étude porte sur des données de surveillance des tiques *Ixodes scapularis* détectées dans l'est et le centre du Canada. Quant à l'espèce *Ixodes pacificus*, elle fait présentement l'objet d'études visant à obtenir des données sur sa présence dans l'Ouest canadien – données que l'on fera connaître dans des articles à venir.

Le risque d'infection à *B. burgdorferi* et à d'autres pathogènes transmis par *I. scapularis* (*Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti*, *Borrelia miyamotoi*, une nouvelle bactérie apparentée à *Ehrlichia muris*, et le virus *Powassan*) (3, 4, 5) s'accroît dans l'est et le centre du Canada, à mesure que se répandent des populations de *I. scapularis* vers le nord – à une vitesse estimative de 33 à 55 km par année (6).

Il est important de repérer les aires où les tiques sont en voie d'établissement au Canada, car la présence géographique de ces insectes permet de délimiter les aires à risque pour la maladie de Lyme à l'heure actuelle et à l'avenir (7). L'incidence annuelle des cas signalés de maladie de Lyme chez les humains s'est accrue de façon marquée au Canada ces dernières années (**Figure 1**). En effet, alors que 40 cas ont été signalés en 2004 au pays, ce nombre est passé à 315, en 2012. De telles données pourraient bien refléter une hausse du nombre de cas signalés, mais une sous-déclaration pourrait également se produire (8).

Dans le présent article, nous décrivons la localisation plausible des aires à risque pour la maladie de Lyme d'après trois sources : les données sur les aires endémiques de la maladie confirmées et présumées; les résultats d'une méthode simplifiée de surveillance sur le terrain visant à recenser les aires à risque émergentes; et la surveillance passive des tiques. Cette dernière technique comprend la soumission des insectes aperçus sur des patients de cliniques médicales et vétérinaires participantes. La détection des aires endémiques de la maladie de Lyme dans l'environnement est la référence comme technique de surveillance du risque; mais comme cette méthode requiert de multiples visites d'emplacements sur deux ans, elle n'est pas très opportune ou pratique. L'échantillonnage à filet traînant seul est plus pratique et rapide, mais offre une sensibilité et une spécificité moindres (9). Quant à la surveillance passive des tiques, il s'agit d'une méthode sensible pour la détection des tiques *I. scapularis*, mais elle se révèle relativement non spécifique eu égard à la localisation géographique des populations de tiques; cela, en raison de tiques moins nombreuses disséminées par les oiseaux migrateurs sur de longues distances à partir de populations de tiques. Les tiques ainsi disséminées se nomment « tiques adventices » (10).

Figure 1 : Nombres de cas de la maladie de Lyme signalés au Canada de 1994 à 1012*



*Les nombres de cas antérieurs à 2009, année où la maladie de Lyme est devenue à déclaration obligatoire au Canada, sont des estimations fondées sur une information issue des organismes provinciaux de santé publique (10).

Disposer d'information sur les endroits à risque constitue un atout à la fois pour les praticiens de santé publique qui tiennent à mieux cibler leurs activités de prévention et de lutte, pour les professionnels des soins de santé qui ont à cœur de meilleurs diagnostics de la maladie de Lyme et pour le public, qui pourra ainsi faire des choix plus éclairés en la matière. Pour ce qui est de la situation dans l'Ouest canadien, on attend présentement les résultats d'études sur le terrain en cours.

Quant à la présente étude, elle a pour objectif de cartographier nos connaissances actuelles des aires à risque pour la maladie de Lyme dans l'est et le centre du Canada selon trois grands axes :

- Collecte des connaissances sur les aires endémiques de la maladie de Lyme présentement connues;
- Délimitation des aires endémiques de la maladie de Lyme émergentes plausibles par la surveillance des tiques sur le terrain;
- Détection du risque que posent les tiques adventices par l'analyse des données de surveillance passive.

Méthodes

Trois types de données de surveillance des tiques ont été recueillies : données sur les aires endémiques de la maladie de Lyme – information qui fait appel à de vastes essais; données de surveillance sur le terrain menée entre 2008-2013; et données de surveillance passive entre 2004-2012.

Aires endémiques de la maladie de Lyme

Les aires endémiques de la maladie de Lyme sont des endroits où a été confirmée la transmission de *B. burgdorferi* par des populations résidentes de tiques vectrices (11). À cette fin, on a fait appel à deux méthodes : 1.) l'échantillonnage par filet de traînée (il s'agit de faire traîner sur le sol forestier de l'habitat un filet en flanelle d'un mètre carré pour au moins 3 heures-personnes/emplacement) pour recueillir des tiques en quête de sang en guise de nourriture; 2.) la capture de rongeurs fauniques qui sont des hôtes réservoir importants pour la bactérie. Afin de confirmer une aire endémique, il faut pouvoir y détecter les trois stades développementaux de la tique (la larve, la nymphe et l'adulte), ainsi que *B. burgdorferi*, pendant plus d'un an. Pour ce qui est des aires endémiques présumées, il s'agit d'endroits où ont été repérées des tiques à plus d'un stade, où a été dépistée *B. burgdorferi* sur des échantillons de tiques ou de rongeurs, mais où une seconde année d'échantillonnage sur le terrain n'a pas encore eu lieu. Toutes ces aires endémiques connues ou présumées, qui reposent sur des données fournies par des organismes de santé publique provinciaux, ont été cartographiées avec le logiciel ArcGIS Version 10.2 (ESRI).

Surveillance sur le terrain

Des données ont été recueillies attestant la présence de *I. scapularis* lors d'études sur le terrain menées par un personnel chevronné dans le cadre de collaborations entre l'Agence de la santé publique du Canada et des organismes gouvernementaux de cinq provinces : le Nouveau-Brunswick (2008), le Québec (2010-2012), le Manitoba (2010-2012), la Nouvelle-Écosse (2102) et l'Ontario (2012-2013). À ce matériel s'ajoutent des données de surveillance menée de 2010 à 2012 au moyen de l'échantillonnage par filet traînant seul, fournies par plusieurs unités de santé publique locales de l'Ontario. Par ailleurs, au Nouveau-Brunswick, dans le nord-ouest de l'Ontario et à certains endroits du Manitoba, ont été mis à contribution les deux types de collecte de données : échantillonnage par filet (nécessitant au moins 3 heures-personnes/emplacement) et capture de rongeurs fauniques (moyennant approbation déontologique) (12). Dans toutes les autres études, l'échantillonnage par filet seul a été utilisé.

Les espèces de l'ensemble des tiques relevées dans le cadre des différentes études ont été identifiées par le Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada avec des clés d'identification standard. Les emplacements d'échantillonnage ont été cartographiés avec le logiciel ArcGIS Version 10.2 (ESRI). On a calculé la proportion et les intervalles de confiance binomiaux exacts à 95 % des emplacements où *I.*

scapularis a été observée. Comme ces données n'avaient pas toutes été recueillies de façon simultanée ou par une technique standard quant à la saison et aux efforts d'échantillonnage par filet de traînée, on n'a pas tenté d'effectuer une analyse statistique plus approfondie.

Surveillance passive des tiques

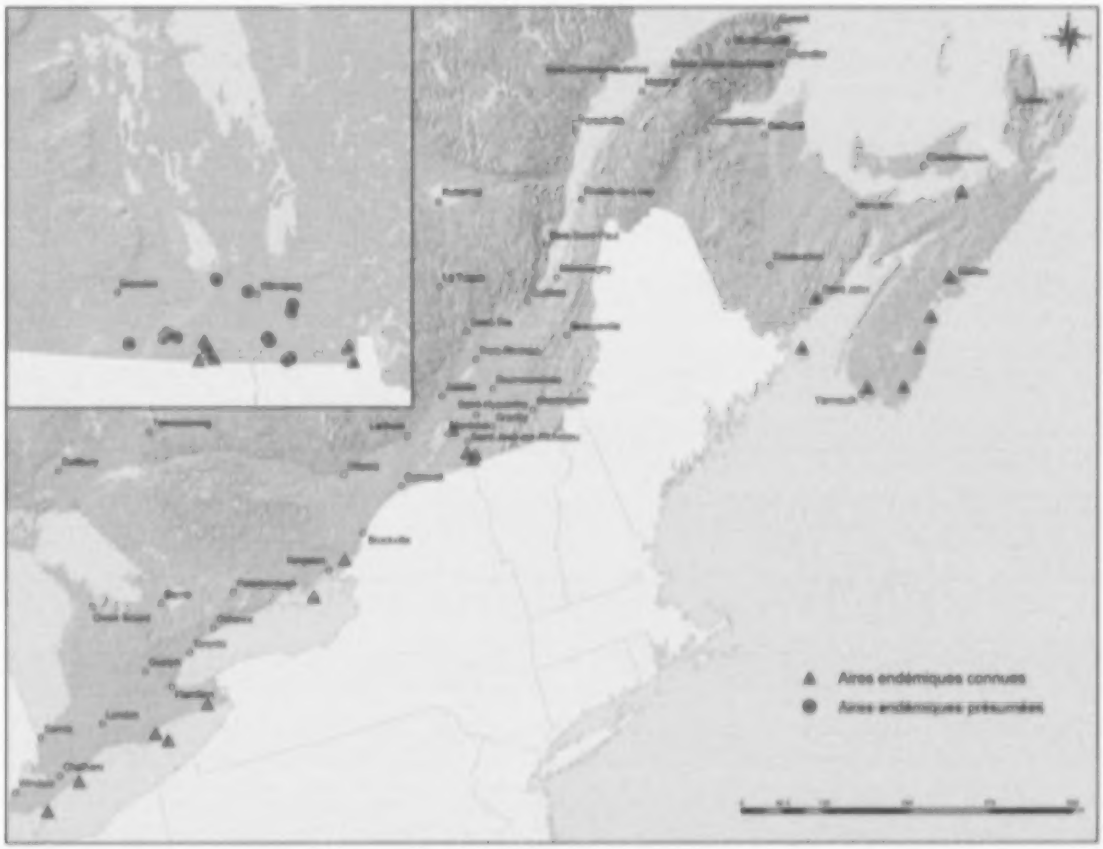
Ont été géocodés et cartographiés au moyen de ArcGIS version 10.2 (ESRI) les emplacements où est survenue la fixation de tiques soumises par le grand public ou par différents partenaires provinciaux de santé publique rattachés aux cliniques médicales et vétérinaires participantes entre 2004 et 2012. L'analyse n'a porté que sur la soumission de tiques qui s'étaient fixées sur des personnes ou des animaux domestiques ne possédant pas d'antécédents de voyage récent.

Résultats

Aires endémiques de la maladie de Lyme

On dénombre présentement 18 aires endémiques de la maladie confirmées et 4 présumées attestant l'établissement de *I. scapularis*; ces aires se trouvent dans le sud du Manitoba, le sud et l'est de l'Ontario, le sud du Québec, le sud du Nouveau-Brunswick et dans certaines localités de la Nouvelle-Écosse (**Figure 2**). En outre, certaines de ces aires (le sud du Manitoba, le sud et l'est de l'Ontario, le sud du Québec) comprennent diverses zones particulières (15).

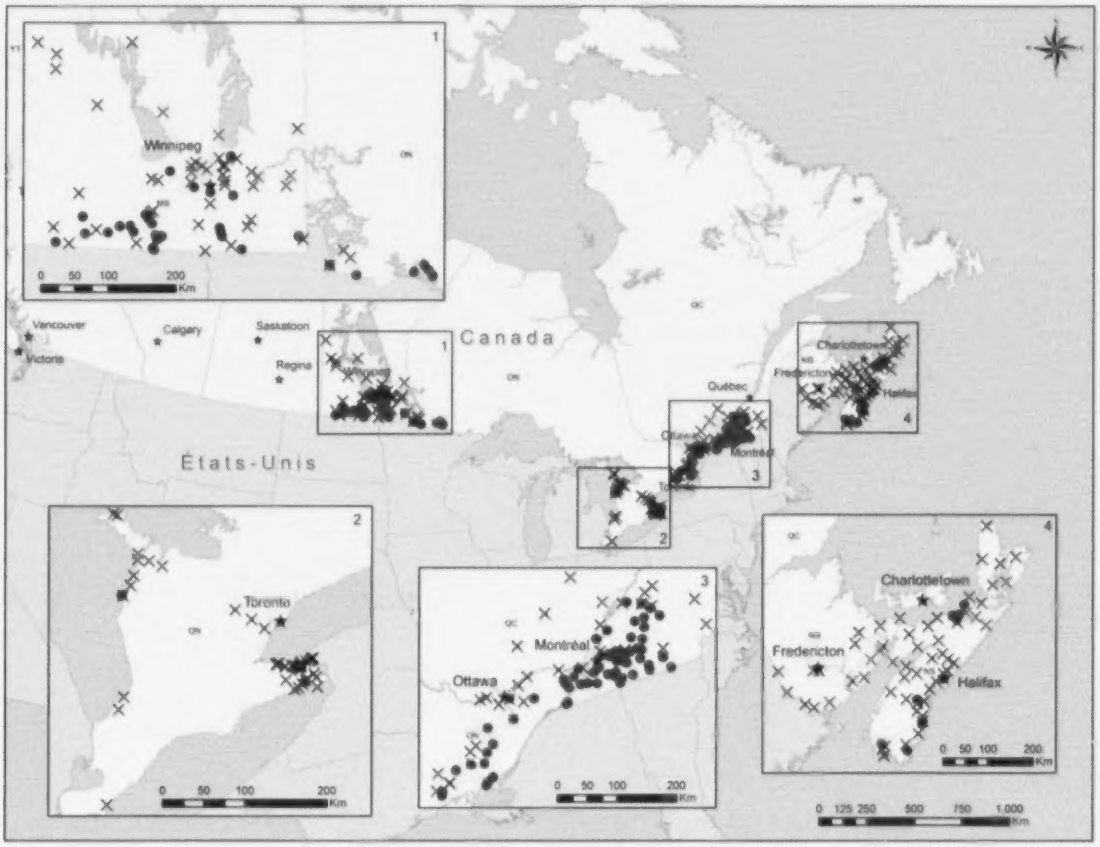
Figure 2 : Répartition des aires endémiques de la maladie de Lyme connues (triangles rouges) et présumées (cercles bleus) au Canada



Surveillance sur le terrain

On a recueilli des données de surveillance sur le terrain à 296 emplacements (70 au Manitoba, 87 en Ontario, 73 au Québec, 16 au Nouveau-Brunswick et 50 en Nouvelle-Écosse) en vue de repérer des populations de *I. scapularis* potentiellement émergentes et un risque éventuel pour la maladie de Lyme (**Figure 3**).

Figure 3 : Résultats des activités de surveillance sur le terrain des tiques à pattes noires au Canada, de 2008 à 2012*

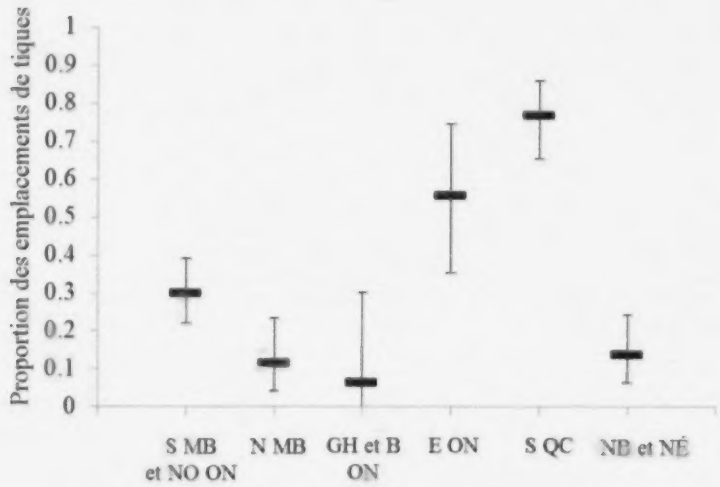


*Les emplacements attestant la présence d'au moins une tique *I. scapularis* sont marqués d'un cercle plein, alors que les emplacements n'attestant pas une telle présence sont marqués d'une croix.

L'étendue des endroits où *I. scapularis* a été repérée varie d'une province à l'autre (**Figure 3**). On a en effet remarqué cette espèce à bon nombre d'emplacements boisés dans tout le sud du Québec et de l'est de l'Ontario (comprenant effectivement des zones contiguës d'élargissement de l'aire de répartition de *I. scapularis*), ainsi que dans une région couvrant la partie du Manitoba située au sud de Winnipeg vers le nord-ouest de l'Ontario. Par ailleurs, l'Alberta et la Saskatchewan, à ce que l'on sache, ne sont pas présentement touchées par *I. scapularis*.

Nous avons évalué la proportion des emplacements dans une région qui atteste la présence de *I. scapularis*. La proportion des emplacements positifs pour *I. scapularis* était sensiblement plus élevée dans le sud du Québec et l'est de l'Ontario que celles des emplacements dans la partie du Manitoba au nord de Winnipeg; dans les régions du Golden Horseshoe et de la péninsule Bruce en Ontario, ainsi qu'au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (**Figure 4**).

Figure 4 : Proportion des emplacements visités dans le cadre de la surveillance sur le terrain où la tique *I. scapularis* a été repérée, au Canada*



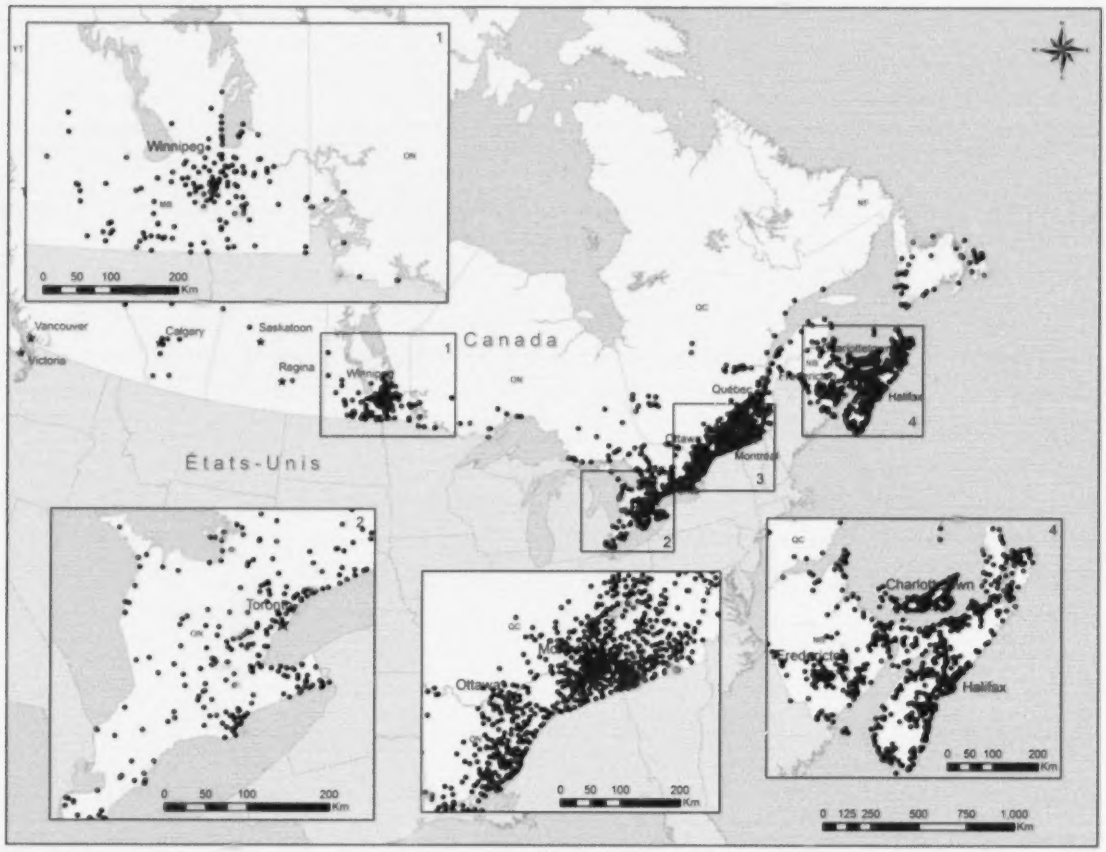
*L'éventail des régions touchées se déploie comme suit : partie du Manitoba au sud de Winnipeg et nord-ouest de l'Ontario (S MB et NO ON); partie du Manitoba au nord de Winnipeg (N MB); régions du Golden Horseshoe et de la péninsule Bruce, en Ontario (GH et B ON), est de l'Ontario (E ON); sud du Québec (S QC); Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse (NB et NÉ). À des fins de proportion, les barres d'erreurs indiquent des intervalles de confiance binomiaux exacts à 95 %.

Surveillance passive des tiques

De 2004 à 2012, ont été enregistrées 25 738 soumissions, comprenant 28 388 tiques particulières, par des cliniques médicales et vétérinaires de 9 provinces (221 soumissions en Alberta, 10 en Saskatchewan, 1 063 au Manitoba, 9 905 en Ontario, 9 371 au Québec, 1 631 au Nouveau-Brunswick, 829 à l'Île-du-Prince-Édouard, 2 553 en Nouvelle-Écosse et 155 à Terre-Neuve). Le nombre de soumissions a ainsi plus que décuplé comparativement aux 2 059 soumissions de *I. scapularis* entre 1990 et 2003 (10).

Des soumissions survenues entre 2004 et 2012, 569 ne comprenaient que des nymphes; 14, que des larves; 24 925, que des adultes, alors que 230 soumissions comprenaient de nombreuses tiques à plus d'un stade de développement. Il n'est pas possible d'effectuer des comparaisons interprovinciales du nombre de tiques soumises en raison d'efforts plus ou moins intenses déployés d'une province à l'autre et au sein d'une même province, ainsi que d'une année à l'autre. La **Figure 5** indique les emplacements probables où les tiques ont été attirées par les animaux domestiques ou les humains, puis recueillies.

Figure 5 : Endroits probables où des tiques *I. scapularis* ont été soumises entre 2004 et 2012 dans le cadre de la surveillance passive (acquises par l'entremise d'animaux domestiques et d'humains grâce à la participation de cliniques médicales et vétérinaires)



Analyse

Dans la présente étude, nous avons voulu présenter des données de surveillance sur la tique vectrice *I. scapularis* et sur les aires endémiques de la maladie de Lyme attestant une présence confirmée de *B. burgdorferi*. De tels matériaux indiquent que cette espèce continue à se répandre dans les parties sud de l'est et du centre du Canada.

Les aires endémiques de la maladie de Lyme émergent dans l'est et le centre du pays. Alors qu'en 2009, seulement 10 aires y avaient été confirmées (voir les flèches de la **Figure 2**) (13), à l'heure actuelle on recense 22 aires endémiques connues ou présumées dans les régions sud de l'est et du centre du Canada.

Selon les données de surveillance sur le terrain recueillies à partir d'un certain nombre de sources, l'étendue géographique de l'invasion de *I. scapularis* est beaucoup plus vaste que les aires endémiques de la maladie de Lyme comme telles. Or les tendances de l'invasion semblent fluctuer d'un endroit à l'autre. Comme on le soupçonnait, cette invasion survient le plus probablement dans les régions sud du pays avoisinant la frontière américaine, comme l'atteste la surveillance au Manitoba. De vastes zones touchées par l'invasion de *I. scapularis* surgissent dans les régions contiguës du sud du Manitoba et du nord-ouest de l'Ontario, ainsi que dans les régions contiguës de l'est de l'Ontario et du sud du Québec. Pour ce qui est du sud de l'Ontario à l'ouest de Toronto, du sud du Nouveau-Brunswick et en la Nouvelle-Écosse, exception faite des aires endémiques déjà connues, il y a peu de données démontrant un risque pour la maladie de Lyme aux emplacements visités.

Les divergences géographiques qu'affiche *I. scapularis* sont sans doute attribuables aux variations de la cadence selon laquelle les tiques sont transportées à partir de populations originelles, ainsi qu'aux facteurs facilitant plus ou moins l'établissement de populations de tiques dans une aire donnée (comme le climat, l'habitat et l'abondance d'hôtes fauniques appropriés) (14, 15). Il reste qu'en général, la surveillance sur le terrain conforte l'exactitude des cartes de risque qui ont été dressées compte tenu des invasions présentes et futures (selon le changement climatique) de *I. scapularis* (14).

En ce qui concerne les limitations, la présente étude de surveillance en manifeste quelques-unes. En premier lieu, on ne dispose pas actuellement de données pour l'Ouest canadien. Nous savons que la Colombie-Britannique compte des aires endémiques de la maladie de Lyme, mais le risque pour cette maladie pourrait être relativement faible du fait que *I. pacificus* est une vectrice moins efficace que *I. scapularis* (13). Ensuite, des limitations surviennent dans les données de surveillance sur le terrain. En effet, il est possible que de faibles densités de tiques se trouvent à certains emplacements qui n'ont pas attesté la présence de tels insectes. Les résultats auraient également pu fluctuer selon le degré d'expérience des agents de terrain, les efforts déployés aux différents emplacements, ainsi que l'année et le mois de surveillance. Enfin, certaines de ces données remontent à 2008 et pourraient donc ne plus correspondre à la situation actuelle.

La répartition des tiques soumises par la surveillance passive s'apparente à celle des populations recensées par la surveillance sur le terrain. Toutefois, on peut également en déduire que le niveau de risque d'exposition à la maladie de Lyme est faible pour les Canadiens habitant dans les régions plus nordiques du Manitoba, de l'Ontario et du Québec, ainsi qu'à Terre-Neuve et à l'Île-du-Prince-Édouard. Cet état de choses s'explique probablement par le fait que les tiques sont disséminées à partir d'aires endémiques établies au Canada et aux États-Unis par les oiseaux migrateurs et autres hôtes (10, 16). L'évolution du paysage du risque pour la maladie de Lyme au Canada revêt donc diverses formes : nombre grandissant des aires endémiques de la maladie, répartition beaucoup plus vaste de populations de tiques dépistées par la surveillance sur le terrain et décuplement du nombre de *I. scapularis* soumises par surveillance passive. Ces réalités concordent avec la hausse des cas signalés de la maladie de Lyme chez les humains.

Pour ce qui est des recherches à venir, il y aurait lieu de cibler la surveillance intégrée pour les cas humains et les tiques *I. scapularis* – une telle stratégie permettrait de délimiter les aires à risque pour la maladie de Lyme et de mieux orienter les interventions de santé publique. On procède présentement à la quantification des rapports entre le risque environnemental ainsi que la fréquence et l'incidence des cas humains dans le cadre du programme national de surveillance de la maladie de Lyme. Toutefois, une surveillance élargie du risque environnemental se révélerait une bonne pratique de santé publique, en ce qu'elle permettrait de dépister un risque émergent pour la maladie (et un risque pour d'autres maladies transmises par *I. scapularis*) et d'amorcer des mesures de prévention – et ce, pour prévenir un nombre élevé de cas humains.

Références

(1) Kurtenbach K, Hanincova K, Tsao J, Margos G, Fish D et Ogden NH. Key processes in the evolutionary ecology of Lyme borreliosis. *Nat Rev Microbiol*. 2006;4:660-69.

(2) Bacon RM, Kugeler KJ et Mead PS, Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Surveillance for Lyme disease--United States, 1992-2006. *MMWR Surveill Summ*. 2008;57(SS10):1-9

(3) Thompson C, Spielman A et Krause PJ. Coinfecting deer-associated zoonoses: Lyme disease, babesiosis, and ehrlichiosis. *Clin Infect Dis*. 2001 33:676-85.

(4) Pritt BS, Sloan LM, Johnson DK, Munderloh UG, Paskewitz SM, McElroy KM *et al*. Emergence of a new pathogenic Ehrlichia species, Wisconsin and Minnesota, 2009. *N Engl J Med*. 2011;365:422-9.

(5) Krause PJ, Narasimhan S, Wormser GP, Rollend L, Fikrig E, Lepore T *et al*. Human Borrelia miyamotoi infection in the United States. *N Engl J Med*. 2013;368:291-3.

(6) Leighton P, Koffi J, Pelcat Y, Lindsay LR et Ogden NH. Predicting the speed of tick invasion: an empirical model of range expansion for the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. *J Appl Ecol*. 2012;49:457-64.

(7) Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M *et al*. Human risk of infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent, in eastern United States. *Am J Trop Med Hyg*. 2012;86:320-7.

(8) Naleway AL, Belongia EA, Kazmierczak JJ, Greenlee RT et Davis JP. Lyme disease incidence in Wisconsin: a comparison of state-reported rates and rates from a population-based cohort. *Am J Epidemiol*. 2002;155:1120-7.

(9) Ogden NH, Koffi, JK et Lindsay LR. Évaluation d'un test de dépistage devant servir à déterminer le risque de la maladie de Lyme. *RMTC* 2014, vol. 40-5.

(10) Ogden NH, Trudel L, Artsob H, Barker IK, Beauchamp G, Charron D *et al*. *Ixodes scapularis* ticks collected by passive surveillance in Canada: analysis of geographic distribution and infection with the Lyme borreliosis agent *Borrelia burgdorferi*. *J Med Entomol*. 2006;43:600-9.

(11) Santé Canada. Consensus conference on Lyme disease. *CMAJ*. 1991;144:1627-32.

(12) Bouchard C, Beauchamp G, Nguon S, Trudel L, Milord F, Lindsay LR *et al*. Associations between *Ixodes scapularis* ticks and small mammal hosts in a newly endemic zone in southeastern Canada: implications for *Borrelia burgdorferi* transmission. *Ticks Tick Borne Dis*. 2011;2:183-90.

(13) Ogden NH, Lindsay LR, Morshed M, Sockett PN et Artsob H. The emergence of Lyme disease in Canada. *CMAJ*. 2009;180:1221-4

(14) Ogden NH, St-Onge L, Barker IK, Brazeau S, Bigras-Poulin M, Charron DF *et al*. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. *Int J Health Geogr*. 2008;7:24.

(15) Ogden NH, Mechai S et Margos G. Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for pathogen diversity. *Front Cell Infect Microbiol*. 2013;3:46.

(16) Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L *et al*. Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of *Borrelia burgdorferi* elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. *Environ Health Perspect*. 2010;118:909-14.

Remerciements

Nous tenons à remercier nos collègues des organismes provinciaux suivants pour leur participation au réseau de surveillance passive et sur le terrain de tiques : Santé Alberta; Santé Saskatchewan; Santé Manitoba; l'Agence ontarienne de protection et de promotion de la santé; l'Institut national de santé publique du Québec; le Laboratoire de santé publique du Québec; l'Université de Montréal; Agriculture, Aquaculture et Pêches Nouveau-Brunswick ainsi que Santé Nouveau-Brunswick; le ministère de la Santé et du Bien-être, ainsi que le ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse; enfin le ministère des Ressources naturelles de Terre-Neuve-et-Labrador). Nous remercions également les comtés de Hastings et de Prince Edward, de Chatham-Kent, les régions de Peel et de Niagara, le comté de Lambton, ainsi que les unités sanitaires Grey Bruce et Northwestern, en Ontario, qui ont fourni des données de surveillance sur le terrain. Nous reconnaissons également la contribution des vétérinaires ainsi que nombre de personnes issues du milieu universitaire et du grand public au Canada qui ont soumis des tiques.

Déclaration de conflit d'intérêts

Il n'y a aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Financement

Ce travail a été appuyé par l'Agence de la santé publique du Canada.

Évaluation d'un test de dépistage devant servir à déterminer le risque de la maladie de Lyme

Ogden N. H.[1*], Koffi J. K.[1] et Lindsay L. R.[2]

[1] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Saint-Hyacinthe, Québec

[2] Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, Manitoba

* Auteur-ressource : nicholas.ogden@phac-aspc.gc.ca

Résumé

Contexte : La maladie de Lyme émerge dans l'est et le centre du Canada du fait de la propagation de la tique vectrice *Ixodes scapularis*. À l'heure actuelle, le test qui sert à déterminer les aires endémiques de la maladie requiert des méthodes d'échantillonnage et des déplacements multiples – une opération complexe qui exige beaucoup de temps et de ressources humaines et financières.

Objectif : Évaluer la possibilité de déterminer les aires de risque pour la maladie de Lyme au moyen du seul échantillonnage par filet traînant.

Méthode : Nous avons effectué une analyse rétrospective de données de surveillance recueillies à 100 visites d'emplacements en 2007 et 2008 dans le sud du Québec.

Résultat : L'échantillonnage par filet traînant seul a affiché une sensibilité de 50 %, mais une spécificité de 86 %, relativement au dépistage de nouvelles populations de *I. scapularis*. On a relevé des tiques tout au cours de la période mai-octobre.

Conclusion : Un échantillonnage par filet traînant à visite unique, comportant trois heures-personnes entre mai et octobre, pourrait suffire à dépister une aire à risque pour la maladie de Lyme. Ce procédé pourrait être mis à profit par les professionnels de la santé en vue d'interventions et par les praticiens médicaux en vue de diagnostics cliniques de la maladie.

Introduction

En Amérique du Nord, la maladie de Lyme est induite par le spirochète *Borrelia burgdorferi* sensu stricto (ci-après nommé *Borrelia burgdorferi*) qui est transmis par la tique vectrice *Ixodes scapularis* dans l'est et le centre de l'Amérique du Nord (1). L'aire géographique de *I. scapularis* se répand depuis les États-Unis jusque dans les provinces de l'est et du centre du Canada (2), en raison de la propagation des tiques par les oiseaux chanteurs lors de la migration printanière et du changement climatique, qui rend ces milieux plus propices aux tiques (3). De façon générale, là où les tiques s'établissent, s'ensuit le risque pour la maladie de Lyme (4).

Pour endiguer le risque grandissant de la maladie de Lyme au Canada, il va falloir déterminer les aires où les tiques se sont établies et transmettent *B. burgdorferi* chez leurs hôtes fauniques (5). On pourra alors mieux orienter les activités de santé publique en repérant les populations à risque et mieux appuyer le diagnostic clinique de la maladie et l'interprétation des tests de laboratoire (5,6).

Il est possible de déterminer l'apparition de nouvelles aires de risque pour la maladie de Lyme grâce à la fréquence des cas de la maladie à ces endroits, ou aux données issues de la surveillance passive des tiques (7,3). Le test de référence actuellement utilisé pour confirmer la présence de risque pour la maladie de Lyme (c.-à-d. repérer une aire endémique de la maladie de Lyme) à ces endroits ou dans des études prospectives requiert de considérables ressources humaines et financières à déployer sur une période de deux ans. On définit comme suit les aires endémiques des tiques vectrices : des aires d'échantillonnage contiguës où [traduction] « sont

présents les trois stades de l'insecte, soit la larve, la nymphe et l'adulte, [...] qui parasitent des animaux en séjour ou dans le milieu depuis au moins deux années consécutives » (7); alors que les aires endémiques de la maladie se caractérisent par la présence endémique des tiques vectrices et par des données probantes selon lesquelles les tiques transmettent *B. burgdorferi* chez leurs hôtes réservoir (7). Le repérage de telles aires requiert l'échantillonnage par filet traînant ainsi que la capture et l'examen d'au moins 30 rongeurs sauvages.

L'échantillonnage par filet consiste à faire traîner sur le sol forestier de l'habitat un filet en flanelle d'un mètre carré pour recueillir des tiques en quête de nourriture chez un hôte. Quant aux rongeurs, on les capture (sans les blesser) au moyen de pièges pour examiner s'ils nourrissent des tiques. Les rongeurs sauvages sont les hôtes naturels des tiques aux stades larvaire et nymphal, et sont des hôtes réservoir de *B. burgdorferi*. On procède ensuite à l'examen des tiques ainsi que des prélèvements de sang et de tissu des rongeurs en vue de détecter la présence de l'infection à *B. burgdorferi* par réaction en chaîne de la polymérase (PCR), sérologie et/ou culture. Quoique cette méthode affiche une spécificité et une sensibilité élevées aux fins du dépistage de tiques infectées et de *B. burgdorferi*, elle exige beaucoup de temps. Elle requiert des déplacements multiples, d'abord pour installer les pièges, puis pour échantillonner les rongeurs le jour suivant. De plus, il faut répéter habituellement le procédé trois fois l'an sur une période de deux années. Une telle méthode d'échantillonnage pose des difficultés logistiques, exige des ressources humaines et financières élevées et est limitée par le nombre restreint d'agents de terrain formés. En outre, elle risque de limiter la surveillance de terrain que peuvent effectuer les organismes de santé publique provinciaux et municipaux.

Aux États-Unis, le pilier de la surveillance sur le terrain est l'échantillonnage par filet traînant seul puisque l'on a observé que le nombre de tiques infectées ainsi recueillies est en corrélation avec le risque pour les humains (8). On sait également que les différents stades des tiques sont actifs à différents moments de l'année et qu'en général, la densité des tiques peut fluctuer d'une année à l'autre, notamment dans les aires de risque émergentes (10).

La présente étude avait pour objectif d'évaluer si, oui ou non, seule la technique de l'échantillonnage par filet traînant suffit pour dépister des populations de *I. scapularis* et le risque pour la maladie de Lyme au Canada; et dans quelle mesure une telle opération peut être affectée par le moment de l'année où a lieu l'échantillonnage.

Méthodes

Pour évaluer seul l'échantillonnage par filet traînant comme technique de dépistage du risque pour la maladie de Lyme, nous avons rétrospectivement analysé les données d'études de terrain antérieures menées à 71 emplacements dans le sud du Québec, en 2007 et 2008 (3, 9). Ces endroits ont été sélectionnés de façon à s'assurer que l'habitat convenait à *I. scapularis* et à réduire le plus possible les variations d'habitat d'un emplacement à l'autre. Par ailleurs, les fluctuations de la présence et du nombre de tiques *I. scapularis* ont été surtout déterminées par les aléas de la température aux différents emplacements (3). Certains des emplacements ont été visités jusqu'à quatre fois au cours de la période en question; nous disposions donc de données provenant d'une centaine de visites. À chaque visite, la présence de *I. scapularis* a été déterminée au moyen de l'échantillonnage par filet traînant dans le milieu (à raison de 3 heures-personnes par visite) et de l'examen de rongeurs susceptibles de nourrir les tiques. À chaque visite également, 15 souris ont été capturées pour obtenir 95 % de probabilité de dépister un rongeur infesté, moyennant une prévalence exacte de 20 %. Un tel nombre de rongeurs était inférieur aux 30 souris recommandées par les lignes directrices concernant la maladie de Lyme émises par Santé Canada en 1991 (pour obtenir 95 % de probabilité de dépister une souris infestée, moyennant une prévalence exacte de 10 %), puisque ces directives visaient à confirmer l'absence de tiques (7). Nous avons déterminé les espèces de tiques collectées au moyen de paramètres d'identification de tiques standard (3). Le Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada a pour sa part effectué l'examen des tiques et les analyses pour une infection à *B. burgdorferi* sur les échantillons recueillis.

Lors des visites, nous avons formulé le repérage de *I. scapularis* sur les rongeurs et au moyen de l'échantillonnage par filet traînant sous forme de données binaires (c.-à-d. présence ou absence de l'agent infectieux). Pour évaluer la sensibilité et la spécificité de l'échantillonnage par filet, nous avons comparé la

présence (ou l'absence) de tiques ainsi recueillies à la présence (ou l'absence) de tiques constatées sur les rongeurs. La sensibilité qu'affichait l'échantillonnage par filet traînant a été calculée comme la proportion des emplacements présentant des tiques au moyen de ce procédé, alors que des rongeurs étaient également infectés par *I. scapularis*. Quant à la spécificité, il s'agissait de la proportion des emplacements ne présentant pas de tiques selon l'échantillonnage par filet, alors qu'aucun rongeur n'était infecté par cette espèce. Les tiques recueillies au moyen de l'échantillonnage par filet durant les visites ne présentant pas de rongeurs infectés pourraient être considérées comme des tiques « adventices », c'est-à-dire des tiques transportées par des animaux ou des oiseaux qui étaient devenus leurs hôtes ailleurs.

Pour analyser dans quelle mesure la saison ou l'année de visites d'emplacements avaient une incidence sur la capacité de l'échantillonnage par filet traînant à détecter des tiques, nous avons créé deux modèles de régression logistique où le numéro d'identification de l'emplacement était un effet aléatoire (puisque certains emplacements étaient visités à de multiples reprises). Dans le premier modèle, nous avons analysé dans quelle mesure existaient des variations dans la capacité de l'examen des rongeurs à dépister *I. scapularis* à un emplacement. Dans ce modèle, la variable résultats était la présence de *I. scapularis* telle que déterminée par l'examen des rongeurs, tandis que les variables explicatives étaient l'année et la saison d'échantillonnage (saison 1 : mai-juin; saison 2 : juillet-août; saison 3 : septembre-octobre). Dans le second modèle, nous avons examiné dans quelle mesure la saison et l'année d'échantillonnage étaient associées à des variations dans la capacité de l'échantillonnage par filet traînant à prédire la présence de *I. scapularis* chez les rongeurs. Ont également fait l'objet d'analyse les interactions entre les résultats de l'échantillonnage par filet et la saison en question. Toutes les analyses ont été effectuées à Stata SE 11.0 (StataCorp, College Station, Texas), et le seuil de signification était de $P < 0.05$.

Résultats

Au total, 100 visites ont été effectuées à 71 emplacements sur une période de deux ans. À tous les endroits, la densité des tiques et la prévalence de l'infection à *B. burgdorferi* étaient faibles (3), ce qui correspondait au stade précoce de l'établissement des tiques et des cycles de transmission de *B. burgdorferi* (10, 11). Onze des emplacements où *I. scapularis* avait été repérée en 2007 ont été revisités au moins une fois en 2008. Au cours de ces dernières visites, au moins deux stades de *I. scapularis* ont été décelés à tous les endroits, ce qui conforte l'hypothèse selon laquelle ces emplacements ne présentaient pas uniquement des tiques adventices, puisqu'il s'agissait de populations reproductrices de *I. scapularis* (3).

Des 58 visites qui ont permis de recueillir *I. scapularis* chez les rongeurs, 29 ont également permis de détecter la présence de *I. scapularis* au moyen de l'échantillonnage par filet traînant – la sensibilité de ce procédé était donc de 50 % (**Tableau 1**). Des 42 visites qui se sont soldées par une absence de *I. scapularis* chez les rongeurs, 36 ont également démontré une absence de *I. scapularis* au moyen de l'échantillonnage par filet traînant – la spécificité de ce procédé était donc de 86 % (soit 36/42). Toutefois, à deux des emplacements où le procédé s'est avéré positif, l'examen des rongeurs a été négatif, mais on a décelé des tiques chez des rongeurs lors de visites précédentes ou ultérieures, ce qui donne à penser que dans ces deux situations, les tiques recueillies au moyen de l'échantillonnage par filet traînant n'étaient pas adventices.

Tableau 1: Sensibilité et spécificité du seul échantillonnage par filet traînant pour la détection de *I. scapularis* se nourrissant des rongeurs (n= 100 visites d'emplacements)

	Tiques *I. scapularis* décelées chez des rongeurs n = 58	**Tiques *I. scapularis* non décelées chez des rongeurs n = 42**
L'échantillonnage par filet traînant était POSITIF	29/58 = 50 % de sensibilité	6/42
L'échantillonnage par filet traînant était NÉGATIF	29/58	36/42 = 86 % de spécificité

La proportion de visites donnant lieu à la collecte de *I. scapularis* chez les rongeurs était significativement plus élevée en 2008 qu'en 2007 (rapport de cotes [RC] = 10,7; IC à 95 % 1,01 – 105,6; P <0.05), mais aucune variation significative n'a été constatée d'une saison à l'autre (x^2 = 2,4; fonct. de répart. [FR] = 2, P> 0.1). De même, la proportion de visites donnant lieu à la collecte de *I. scapularis* au moyen de l'échantillonnage par filet traînant était significativement plus élevée en 2008 qu'en 2007 (RC = 6,4; IC à 95 % 2,23 – 18,36; P <0.05), mais aucune variation significative n'a été constatée d'une saison à l'autre (x^2 = 2,6; FR = 2, P> 0.1). L'activité saisonnière des différents stades de *I. scapularis* sur les rongeurs et sur les filets traînants correspondait également à celle à laquelle on s'attendait dans le nord-est de l'Amérique du Nord (c.-à-d. adultes actifs : printemps/automne; nymphes actives : printemps/début été; larves actives : fin été/début automne) (3). Lorsque le dépistage de *I. scapularis* sur les filets traînants était compris comme variable explicative, il était significativement associé au dépistage de la bactérie chez les rongeurs (RC = 9,48; IC à 95 % = 1,46 – 60,94), mais on n'a repéré aucune interaction significative d'une saison ou d'une année à l'autre.

Analyse

L'analyse en question donne à penser que l'échantillonnage par filet traînant offre une bonne spécificité, mais une sensibilité moindre que l'examen des rongeurs capturés, pour savoir s'il y a risque de contracter la maladie de Lyme à l'heure actuelle et à l'avenir. Une spécificité de près de 90 % porte à croire que si les tiques vectrices de *I. scapularis* sont décelées au moyen de l'échantillonnage par filet traînant, il s'agit là probablement d'une aire à risque pour la maladie de Lyme. Par contre, une sensibilité de 50 % donne à penser que certains emplacements à faible densité de tiques échapperont au seul échantillonnage par filet traînant. Toutefois, les emplacements permettant de déceler la présence de tiques chez les rongeurs, mais non au moyen de l'échantillonnage par filet traînant sont très vraisemblablement des aires où les populations de tiques et les cycles de transmission de *B. burgdorferi* sont à une phase d'établissement très précoce, et par conséquent, présentent un faible risque de la maladie de Lyme pour le public (10). Là où des tiques ont été relevées à la fois au moyen de l'échantillonnage par filet traînant et sur les rongeurs, on a également remarqué leur présence l'année suivante. On peut en conclure si la présence de tiques *I. scapularis* est décelée au moyen de l'échantillonnage par filet traînant, on observera à cet endroit une population de tiques reproductrices, émergentes et autonomes.

La force de la présente étude réside dans le fait que ses données préliminaires donnent à penser que cette technique simple de vérification sur le terrain offre une bonne indication du risque pour la maladie de Lyme. Cette proposition correspond aux études américaines qui établissent un lien entre les résultats de l'échantillonnage par filet traînant et l'incidence de la maladie humaine (8). Elle rejoint également l'activité survenue en Ontario et au Québec : à mesure que les populations de tiques s'établissent plus fermement, on voit s'accroître la densité des tiques et la prévalence de l'infection subséquente (4). Le dépistage du risque pour la maladie de Lyme au moyen du seul échantillonnage par filet traînant s'effectue également sans complications, est peu coûteux et ne semble pas avoir subi les contrecoups des variations saisonnières.

Cela étant, une limitation associée à cette étude était l'examen positif des rongeurs utilisé comme comparateur, plutôt que le modèle plus complet des lignes directrices de 1991 pour définir une aire endémique de la maladie de Lyme. L'examen des rongeurs était une bonne approximation, mais n'était pas idéal, comme en font foi les deux situations où l'échantillonnage par filet traînant s'est révélé positif, alors que l'examen des rongeurs était négatif. L'hypothèse voulant qu'il s'agisse de tiques adventices n'a pas été confirmée puisque l'on a constaté des tiques sur des rongeurs à ces emplacements au cours des années subséquentes. L'échantillonnage par filet traînant permet également de dépister des tiques adultes actives au printemps et à l'automne; et ne se nourrissant pas de rongeurs, ces insectes ne peuvent être dépistés par la capture de ces animaux seuls (10).

Une autre limitation possible de l'étude réside dans le fait que nous n'avons pas évalué l'efficacité de la formation sur le terrain. À titre d'exemple, ce ne sont pas toutes les tiques qui sont facilement repérables. Les larves actives en fin d'été sont de plus petite taille que les nymphes actives au printemps, ce qui rend plus difficile la reconnaissance d'un individu en particulier (10). Il faudrait donc offrir une formation aux agents de terrain, de sorte qu'ils puissent repérer les tiques immatures de très petite taille. Or cette formation serait plus facile à mettre en place que la formation visant la capture, la manipulation, l'anesthésie et l'examen des rongeurs.

Il faudrait procéder à d'autres études visant les rapports entre la densité des tiques ainsi que la prévalence et l'incidence de l'infection chez les humains, de façon à mieux quantifier les relations entre les mesures environnementales du risque et le risque pour la maladie de Lyme. On aurait également intérêt à répliquer l'étude dans différents habitats et différentes aires géographiques (p. ex., régions boisées de la Colombie-Britannique, du Manitoba et des Maritimes) pour mieux assurer la généralisabilité des résultats.

Dans les provinces où le risque pour la maladie de Lyme a déjà été établi, l'échantillonnage par filet traînant pourrait s'avérer des plus utiles pour mettre en lumière la progression des aires à risque. Une fois confirmée une aire endémique de la maladie, on pourrait avoir recours à la méthode d'échantillonnage par filet traînant à visite unique pour répertorier les aires à risque sur un territoire plus vaste. Toutefois, il pourrait s'avérer prudent de la part des praticiens de santé publique dans les provinces/territoires (comme l'Alberta, la Saskatchewan et l'Île-du-Prince-Édouard) qui n'ont pas encore décelé la présence des espèces *I. scapularis* ou *I. pacificus* d'utiliser la méthodologie des lignes directrices de 1991 recommandée pour circonscrire les aires endémiques de la maladie de Lyme (7), avant d'adopter le présent test de dépistage pour évaluer les populations émergentes de tiques.

Enfin, notre étude donne à penser qu'un échantillonnage par filet traînant à visite unique pourrait s'avérer un test de dépistage valable pour circonscrire les aires à risque pour la maladie de Lyme. Une telle façon de procéder viendrait compléter l'approche des lignes directrices de 1991 pour ce qui est de confirmer une aire endémique de la maladie. Également, des études visant à évaluer l'efficacité d'une formation sur cette technique seraient de mise pour les autorités sanitaires locales et régionales – il s'agirait là d'une façon simple et rentable de déterminer le risque pour la maladie sur leur territoire respectif. Les résultats ainsi obtenus pourraient servir à alerter les médecins praticiens, les praticiens en santé publique et le grand public d'un risque pour la maladie de Lyme et permettre une mise en place plus opportune d'interventions de la santé publique.

Références

(1) Thompson C, Spielman A et Krause PJ. Coinfecting deer-associated zoonoses: Lyme disease, babesiosis, and ehrlichiosis. *Clin Infect Dis.* 2001;33:676-85.

(2) Ogden NH, Lindsay LR, Morshed M, Sockett PN et Artsob H. The emergence of Lyme disease in Canada. *CMAJ.* 2009;180:1221-4.

(3) Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L et al. Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of *Borrelia burgdorferi* elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. *Environ Health Perspect.* 2010;118:909-14.

(4) Ogden NH et Lindsay LR, Leighton P. Predicting the rate of invasion of the agent of Lyme disease, *Borrelia burgdorferi* in North America. *J Appl Ecol.* 2013;50:510-8.

(5) Barker IK et Lindsay LR. Lyme borreliosis in Ontario: determining the risks. *CMAJ.* 2000;162:1573-4.

(6) Wormser GP, Dattwyler RJ, Shapiro ED, Halperin JJ, Steere AC, Klempner MS et al. The clinical assessment, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2006;43:1089-134

(7) Santé Canada. Consensus conference on Lyme disease. *CMAJ.* 1991;144:1627-32.

(8) Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M et al. Human risk of infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent, in eastern United States. *Am J Trop Med Hyg.* 2012:86:320-7.

(9) Ogden NH, St-Onge L, Barker IK, Brazeau S, Bigras-Poulin M, Charron DF et al. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. *Int J Health Geogr.* 2008;7:24.

(10) Bouchard C, Beauchamp G, Nguon S, Trudel L, Milord F, Lindsay LR *et al.* Associations between *Ixodes scapularis* ticks and small mammal hosts in a newly endemic zone in southeastern Canada: implications for *Borrelia burgdorferi* transmission. *Ticks Tick Borne Dis.* 2011;2:183-90.

(11) Ogden NH, Mechai S et Margos G. Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for pathogen diversity. *Front Cell Infect Microbiol.* 2013;3:46.

Remerciements

Nous remercions tous nos co-auteurs des études antérieures (3, 9) d'où sont issues les données analysées dans le présent article.

Conflit d'intérêts

Il n'y a aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Financement

Le travail de terrain qu'a exigé la présente étude a été appuyé par l'Agence de la santé publique du Canada et l'Institut de santé publique du Québec.

Sommaire du *Plan d'action sur la maladie de Lyme* de l'Agence de la santé publique du Canada

Harymann M.[1*], Ogden N.[1], Lindsay R.[1], Lawless V.[1], Dielgat M.[1] et Sternthal S.[1]

[1] Agence de la santé publique du Canada, Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique

* Auteure-ressource : marian.harymann@phac-aspc.gc.ca

Résumé

Contexte : La maladie de Lyme est une maladie infectieuse émergente au Canada, qui requiert une approche de contrôle et de prévention globale. Il s'agit d'une maladie grave due à une bactérie transmise par certaines espèces de tiques. À l'heure actuelle, le risque pour la maladie sévit dans les parties sud de la Colombie-Britannique et du Manitoba, le sud et l'est de l'Ontario, le sud du Québec et du Nouveau-Brunswick, et dans certaines localités de la Nouvelle-Écosse.

Objectif : Mettre en avant le *Plan d'action sur la maladie de Lyme* de l'Agence de la santé publique du Canada qui vise à atténuer le risque que pose la maladie pour les Canadiens au moyen d'activités concrètes entreprises conjointement avec les provinces/territoires et divers intervenants.

Méthodologie : Nous avons adopté une approche multidisciplinaire pour évaluer les données probantes issues de la recherche sur la maladie de Lyme au Canada, analyser les préoccupations des intervenants et évaluer les données dont nous disposons présentement pour informer les professionnels de la santé et le grand public. Cet exercice a permis d'orienter l'élaboration d'un plan d'action axé sur la prévention de la maladie, ainsi que le diagnostic et le traitement.

Résultats : Le *Plan d'action sur la maladie de Lyme* propose des mesures concrètes à entreprendre sur trois ans, à partir de mars 2014. Il repose sur les trois piliers que voici : 1.) Engagement, sensibilisation et activités pédagogiques; 2.) Surveillance, contrôle et prévention; 3.) Recherche et diagnostic.

Conclusion: Pour une prévention et un contrôle efficaces de la maladie de Lyme au Canada, il va falloir adopter un modèle d'engagement coordonné mettant à contribution des partenaires et intervenants multiples.

Introduction

La maladie de Lyme est une maladie infectieuse émergente au Canada, dont le contrôle et la prévention requièrent une approche globale. Il s'agit d'une affection grave due à une bactérie transmise par certains types de tiques. À l'heure actuelle, le risque pour la maladie sévit dans les parties sud de la Colombie-Britannique et du Manitoba, le sud et l'est de l'Ontario, le sud du Québec et du Nouveau-Brunswick, et dans certaines localités de la Nouvelle-Écosse. Ce risque se répand par les oiseaux migrateurs et d'autres hôtes animaux qui transportent les tiques dans de nouvelles régions. Pour mousser la prévention ainsi que le diagnostic et le traitement précoces, il va falloir sensibiliser davantage le public à la maladie et promouvoir un engagement collaboratif auprès des professionnels de la santé publique et des soins de santé, des universitaires, des scientifiques et des groupes de défense des droits des patients.

Le présent *Plan d'action* a pour objectif d'atténuer le risque que pose la maladie de Lyme pour les Canadiens par des activités concrètes engageant de façon conjointe les provinces, les territoires et un éventail d'intervenants.

Approche

Ce *Plan d'action* est le fruit d'une approche multidisciplinaire à plusieurs égards : évaluation de la surveillance, du risque et des données probantes issues de la recherche sur la maladie de Lyme au Canada et à l'étranger; examen des préoccupations d'intervenants divers en ce qui a trait à la prévention, au diagnostic et au traitement de la maladie; et évaluation de la pertinence de l'information à l'intention des professionnels de la santé et du grand public. Tout ce matériel a ensuite été utilisé en vue de l'élaboration d'un plan d'action conçu pour mieux prévenir la maladie – dans un tel cadre, les cas de la maladie de Lyme qui surviendront pourront recevoir un diagnostic et un traitement précoces. Ce plan a également été conçu pour s'harmoniser avec les secteurs prioritaires de l'Agence de la santé publique du Canada et des grands objectifs du gouvernement fédéral (voir la **Figure 1**).

Le Plan d'action

Le *Plan d'action* repose sur trois piliers : 1.) engagement, sensibilisation et activités pédagogiques, 2.) surveillance, contrôle et prévention, 3.) recherche et diagnostic.

Engagement, sensibilisation et activités pédagogiques

Accroître la sensibilisation du public et mieux renseigner les fournisseurs de soins de santé : voilà des éléments clés pour prévenir la maladie de Lyme et favoriser un diagnostic et un traitement précoces. À cette fin, il va falloir entreprendre une série de démarches :

- campagne publicitaire ciblant les professionnels des soins de santé, ainsi que les citoyens se livrant à des activités de plein air;
- relations de proximité avec les intervenants – dissémination d'une trousse complète de matériel pédagogique pour un éventail d'utilisateurs finaux, notamment les professionnels de santé publique;
- engagement des médias – entrevues proactives avec des experts et une collaboration avec Actualité Canada;
- mise à contribution des médias sociaux : Facebook, Twitter et blogs.

Pour mieux protéger les Canadiens contre la maladie de Lyme, l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence) engage activement les autorités sanitaires des provinces/territoires et autres intervenants à faire équipe pour mieux coordonner le volet communications de la réponse nationale à la maladie de Lyme.

Surveillance, contrôle et prévention

En matière d'épidémiologie, la collecte, l'analyse et l'interprétation des données sont des aspects essentiels à la pratique de santé publique. En ce qui concerne plus particulièrement la surveillance nationale des tiques et des cas humains de la maladie de Lyme, l'Agence vise à mesurer les fluctuations nationales et régionales de la présence de la maladie et à définir les populations à risque. Aussi, pour rendre plus efficaces la surveillance, le contrôle et la prévention de la maladie, elle s'engage à :

- explorer avec les partenaires des méthodes de surveillance novatrices;
- adopter des stratégies pour encourager un comportement préventif;
- mener des examens systématiques et autres recherches sur l'épidémiologie, le contrôle et la prévention de la maladie de Lyme au Canada pour mieux orienter l'élaboration de lignes directrices de santé publique;
- entreprendre des études sur le terrain pour concevoir des modèles de risque permettant de mieux repérer les aires de risque émergentes.

L'Agence entend également consulter les intervenants en vue d'améliorer les initiatives de prévention et les lignes directrices de santé publique de façon à ce qu'elles tiennent compte des données scientifiques de pointe et des meilleures pratiques du jour.

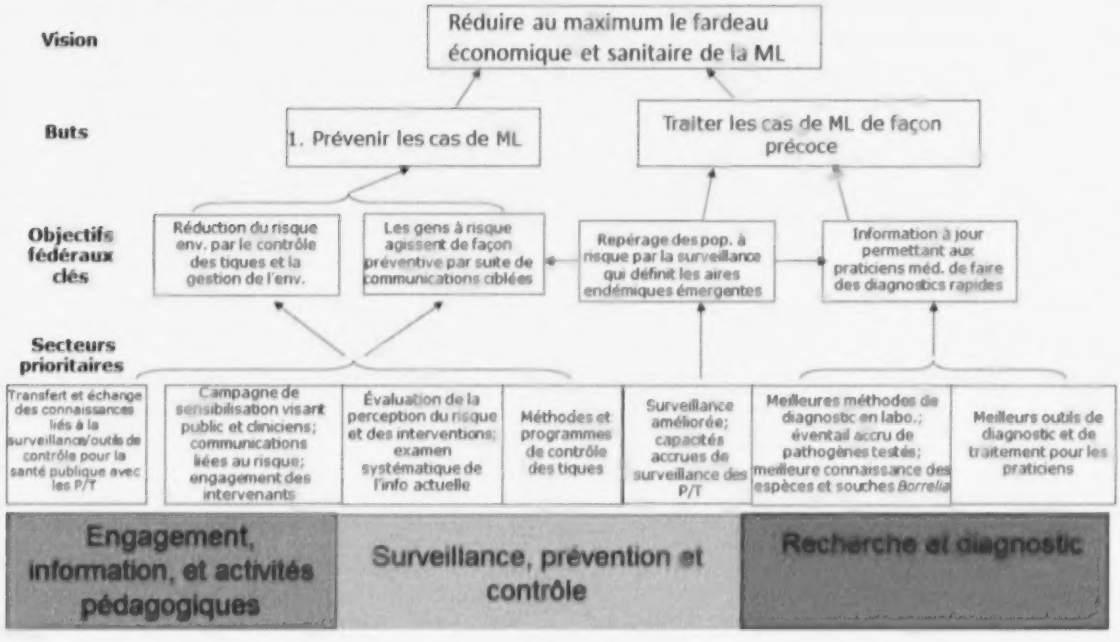
Recherche et diagnostic

Pour ce qui est de la maladie de Lyme et d'autres maladies émergentes transmises par les tiques, il est impératif de poursuivre les recherches afin de mieux comprendre leurs causes, leurs complications et en assurer un diagnostic et un traitement plus efficaces. Aussi, l'Agence entend examiner les données probantes issues de la recherche en vue d'explorer :

- des méthodes plus efficaces pour endiguer les tiques qui transportent et répandent la maladie de Lyme;
- les méthodes de diagnostic améliorées qui voient le jour;
- les souches et les espèces de pathogènes transmis par les tiques, leurs aires géographiques, ainsi que leurs répercussions possibles sur le diagnostic et la gravité de la maladie.

Quant aux pratiques cliniques et aux lignes directrices sur les méthodes de laboratoire, elles feront l'objet d'un examen et d'une mise à jour.

Figure 1 : Les trois piliers du *Plan d'action sur la maladie de Lyme* et leur alignement sur les secteurs prioritaires, ainsi que sur la vision, les buts et les objectifs fédéraux clés en la matière



Conclusion

Pour être efficaces, le contrôle et la prévention de la maladie de Lyme au Canada exigent de la part des multiples partenaires et intervenants une mobilisation coordonnée. Une telle démarche contribuera à réduire le plus possible les effets de la maladie en :

- sensibilisant davantage le public, les fournisseurs de soins de santé et autres intervenants à l'égard de la maladie et en les aidant à mieux comprendre les enjeux;
- renforçant la surveillance nationale pour mieux cibler les aires d'émergence de la maladie et les populations à risque;
- effectuant des recherches pour améliorer le diagnostic et le traitement;

- favorisant un diagnostic et un traitement précoces de la maladie.

Remerciements

Nous reconnaissons la contribution de nombreux intervenants qui ont participé à l'élaboration de ce *Plan d'action* et qui sont appelés à jouer un rôle de premier plan dans sa mise en œuvre. Également, nous remercions grandement toutes les personnes de l'Agence de la santé publique du Canada qui sont intervenues aux diverses étapes de rédaction de ce plan.

Déclaration de conflit d'intérêts

Il n'y a aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Financement

Ce travail a été appuyé par l'Agence de la santé publique du Canada.

Références

Agence de la santé publique du Canada. *Plan d'action sur la maladie de Lyme*. http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/lyme-plan-fra.php

Prévention et contrôle de la maladie de Lyme : allons de l'avant

Beard C. B.[1,*]

[1] Division des maladies à transmission vectorielle, U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Fort Collins, CO

[*] Auteur-ressource : cbeard@cdc.gov

Introduction

Maladie transmise par les tiques, la borréliose de Lyme est causée par le spirochète *Borrelia burgdorferi*, qui héberge principalement chez les petits rongeurs et se transmet par les tiques du genre *Ixodes*. Cette affection a été reconnue cliniquement pour la première fois durant les années 1970, dans une grappe de cas d'arthrite juvénile, au Connecticut (1). Au cours des 25 dernières années, la maladie de Lyme a connu une hausse constante aux États-Unis, quant au nombre de cas et à sa répartition géographique. Et une tendance similaire voit le jour au Canada, comme on le voit dans les autres articles du présent numéro. En 2012, aux États-Unis, plus de 30 000 cas de la maladie ont été signalés auprès des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) : la maladie de Lyme occupe ainsi le septième rang en importance parmi les maladies à déclaration obligatoire. Ce nombre grandissant de cas fait suite à l'expansion des populations du cerf de Virginie (chevreuil) et de la croissance des zones suburbaines qui ont donné lieu à une abondance d'hôtes réservoir, à des tiques plus nombreuses et à une possibilité accrue d'exposition chez les humains (2). Par ailleurs, à ne pas passer sous silence le fait que les tendances observées de l'émergence de la maladie de Lyme s'apparentent à celles de plusieurs autres maladies également transmises par les tiques et partageant des écologies communes, notamment l'anaplasmose, la babésiose, l'ehrlichiose et la maladie de Powassan.

Les symptômes de la maladie de Lyme sont multiples : éruption d'érythème migrant au stade précoce de l'infection; névrite (p. ex. paralysie faciale), cardite et arthrite au cours des stades tardifs et disséminés de la maladie. Un traitement rapide à raison de deux à quatre semaines de doxycycline par voie orale permet une guérison des symptômes chez la grande majorité des patients. N'empêche qu'un sous-ensemble de patients, notamment ceux ayant reçu un diagnostic et un traitement à un stade tardif de la maladie, peuvent éprouver une fatigue persistante, des maux musculaires, des problèmes de mémoire à court terme et d'autres symptômes non caractéristiques. Cela étant, concernant la maladie de Lyme, une des recherches à prioriser consiste à tirer au clair la ou les causes précises des symptômes chez ces patients et à déterminer les options de traitement optimal et sécuritaire. Cette question est l'enjeu principal de plusieurs études en cours ou publiées récemment sur des primates humains et non humains et ayant pour objet d'évaluer la réponse thérapeutique, les issues cliniques et la possibilité de la persistance du spirochète à la suite du traitement (3-5).

Un autre besoin prioritaire en recherche consiste à rendre le diagnostic plus efficace. Les tests de diagnostic validés présentement en usage pour la maladie de Lyme sont tous des tests sérologiques qui dépendent de la réponse aux anticorps détectables. De tels tests ont donc une valeur limitée au stade précoce de l'infection ou chez les patients qui ont déjà contracté l'infection, selon la période écoulée depuis la première infection. Parmi les recherches plus prometteuses qui ont cours dans ce secteur figurent celles qui ont pour objet de définir des cibles diagnostiques directes. Il pourrait s'agir soit d'acides nucléiques, soit de métabolites cellulaires de faible poids moléculaire qui sont des indicateurs d'une infection active ou qui sont une réponse spécifique à l'infection par passage sur hôte.

Un dernier secteur très critique à garder à l'esprit en matière de recherche est l'élaboration et l'évaluation d'outils et de méthodes de contrôle et de prévention sécuritaires et efficaces. Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin.

Outre ces secteurs de recherche qui s'imposent, d'autres besoins critiques se font également sentir pour ce qui est d'établir et de maintenir une intervention efficace en santé publique. Les voici : 1.) une compréhension précise de la répartition et du risque de la maladie; 2.) une sensibilisation à la maladie dans les populations à risque et les

choses à savoir pour se protéger; 3.) des fournisseurs de soins de santé informés, capables de reconnaître la maladie et d'assurer un diagnostic et un traitement précoces et appropriés; 4.) des pratiques de contrôle et de prévention validées; et 5.) une collaboration efficace à niveaux multiples au chapitre de la prévention. Les sections suivantes présentent une brève analyse de chacun de ces besoins critiques.

Initiatives futures

Répartition et risque de la maladie

Pour obtenir une réponse de santé publique qui soit efficace, il faut d'abord tenir à jour une information exacte quant à la répartition de la maladie et aux aires et localités particulières à risque. C'est de cette façon que l'on pourra non seulement suivre les tendances de la maladie et prévoir des émergences futures, mais également cibler des actions éducatives en prévention et des ressources aux fins de contrôle de la maladie. Une telle façon de procéder s'applique aux diverses maladies émergentes – et notamment à la maladie de Lyme, qui se répand dans des régions nouvelles et risque ainsi de passer inaperçue. Il est également impératif de connaître l'écologie et l'épidémiologie locales de la maladie, de façon à pouvoir orienter efficacement les interventions vers les endroits particuliers les plus à risque.

Sensibilisation du public

Une fois connues les régions particulières d'activité enzootique et le risque épidémiologique précis, il va falloir plus sensibiliser les gens dans les collectivités à risque. À cette fin, on pourra déployer un éventail de moyens : panneaux de sentiers, annonces de services collectifs et information sur la prévention s'adressant à des groupes à risque particuliers. À cet égard, on dispose de plus en plus de ressources de nos jours, tant au Canada (6) qu'aux États-Unis (7). En diffusant des messages de prévention dans les aires où émerge la maladie, il sera plus possible de sensibiliser ces nouvelles populations au danger et aux mesures à prendre. De telles collectivités pourraient également s'engager d'autant plus volontiers.

Formation des fournisseurs de soins de santé

Dans ces aires à risque émergentes, la formation des fournisseurs de soins de santé joue un rôle très important. Malgré la controverse entourant le traitement des patients qui manifestent des symptômes persistants associés à la maladie de Lyme, les experts s'entendent pour reconnaître que la meilleure façon de réduire les issues cliniques graves est de procéder à un diagnostic et un traitement précoces et précis de la maladie (ce que l'on appelle également la prévention secondaire). À cet égard, un rapport récent sur la cardite de Lyme associée à une mort subite d'origine cardiaque souligne la nécessité de faire preuve de vigilance dans les aires endémiques de Lyme, de sorte que l'on puisse déceler rapidement les symptômes de la maladie et recourir sans délai à un traitement (8). Les fournisseurs de soins de santé sont également appelés à jouer un rôle pédagogique important en matière de prévention : grâce à eux, les patients peuvent être mieux informés sur les moyens à prendre pour réduire leur exposition aux tiques vectrices. En guise de soutien pédagogique, plusieurs cours à crédits sont offerts aux fournisseurs de soins de santé dans le cadre de l'éducation médicale permanente, ainsi que diverses informations pertinentes (9-10).

Pratique de contrôle et de prévention

Pour prévenir la borréliose de Lyme, l'outil par excellence pourrait être un vaccin humain sécuritaire et efficace ayant été suffisamment évalué tant chez les enfants que chez les adultes. Un tel vaccin n'existe pas à l'heure actuelle. Les recommandations en prévention de la maladie de Lyme misent donc notamment sur des activités propres à réduire l'exposition aux tiques infectées. À cet égard, on fait appel à un éventail de pratiques : recours aux pesticides, gestion du milieu, gestion des chevreuils, application d'insectifuges ou de substances toxiques sur la peau ou les vêtements, vérification des tiques, douche prise de retour d'un habitat de tiques et interventions ciblant les hôtes (11). Pour ce qui est de telles interventions, nommons : les vaccins ciblant les réservoirs, les dispositifs d'appât pour chevreuils infestés de tiques (« 4-poster deer device ») et les boîtes d'appât contenant

des acaricides qui tuent les tiques sur les rongeurs hôtes. De façon générale, si de telles méthodes peuvent effectivement réduire le nombre de tiques, les preuves sont insuffisantes pour affirmer que leur utilisation peut réduire le nombre de cas de maladie humaine. L'utilisation du vaccin humain LYMErix^{MC} est la seule intervention à avoir été déployée pour réduire la maladie de Lyme dans le cadre de vastes essais de collectivité (12). Faute d'un vaccin humain, l'option qui semble la plus viable pour se protéger contre les tiques infectieuses est un ensemble de mesures personnelles et d'activités locales coordonnées visant à réduire la densité des tiques infectées là où les gens risquent le plus d'y être exposés. Pour ce qui est d'évaluer de telles mesures préventives, il s'agira avant tout de voir dans quelle mesure on a effectivement obtenu des résultats. Bon nombre d'études examinent la réduction du risque entomologique (c.-à-d. la réduction de l'abondance des tiques nymphales infectées), mais peu mesurent la réduction réelle de la maladie telle que diagnostiquée par le médecin, ou un indice approprié tel que le nombre de tiques repérées sur des personnes dans les groupes traités par rapport aux groupes non traités (13).

Collaboration à niveaux multiples

Cinquième et dernier besoin critique : une collaboration à niveaux multiples s'impose pour l'élaboration et la mise en œuvre d'initiatives de prévention de la maladie. Des méthodes de contrôle efficaces, cela commence au niveau local : dans les arrière-cours, les quartiers, les parcs et les espaces verts où les tiques peuvent se trouver. Les solutions de prévention optimales, ce sont probablement des solutions locales qui tiennent compte des variations dans l'écologie locale de la maladie, les tendances uniques du risque correspondant à ces variations et les préférences de la population. Quant aux organismes de santé publique aux niveaux fédéral, provincial et des États, ce sont eux qui sont les plus à même de mener ou de financer des études d'évaluation, et de tirer parti de l'expérience de localités multiples sur de vastes aires géographiques. Ayant défini et validé des pratiques exemplaires de prévention, ces organismes peuvent ensuite mettre cette information à la portée des citoyens sous forme de lignes directrices et de recommandations fondées sur des données probantes. Grâce à leur influence, ils sont en mesure de mousser la communication et la collaboration parmi les principaux partenaires de santé publique, tels que les autorités sanitaires locales et les groupes communautaires, notamment les groupes de défense des droits des patients. Les gens peuvent fort bien trouver des tiques infectées dans de multiples endroits : leur propre cour, celle du voisin, les aires publiques, etc. Aussi, pour asseoir les mesures de contrôle sur une base solide, les principaux partenaires en prévention se doivent d'assurer à des niveaux multiples une collaboration et une coordination efficaces. Pour sa part, l'Agence de la santé publique du Canada vient de lancer au niveau national un *Plan d'action sur la maladie de Lyme*, qui saura sûrement encadrer ces initiatives (14).

Conclusion

La maladie de Lyme et d'autres maladies transmises par les tiques sont en hausse au Canada et aux États-Unis. Nombre de besoins criants font présentement l'objet de recherche : tests de diagnostics améliorés, compréhension de la cause des symptômes persistants et options de traitement optimal correspondant, vaccin sécuritaire et efficace, pour n'en nommer que quelques-uns. Nous serons en mesure d'élaborer une réponse appropriée en santé publique pourvu que nous parvenions à relever un certain nombre de défis que voici : une compréhension exacte du problème; une connaissance et une sensibilisation de la part des fournisseurs de soins de santé et des populations à risque; des méthodes de contrôle et de prévention propres à réduire la maladie humaine; enfin, l'élaboration et la coordination d'un plan d'action national dont l'application locale tient compte du risque de la maladie sous ses aspects épidémiologiques et écologiques uniques.

Références

(1) Steere AC, Malawista SE, Snydman DR, Shope RE, Andiman WA, Ross MR et Steel FM. Lyme arthritis – An epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three Connecticut communities. *Arthritis and Rheumatism*. 1977; 20(20):7–17.

(2) Steere AC, Coburn J et Glickstein L. The emergence of Lyme disease. *J Clin Invest*. 2004; 113(8):1093–1101.

(3) Klempner MS, Baker PJ, Shapiro ED, Marques A, Dattwyler RJ, Halperin JJ et Wormser GP. Treatment trials for post-Lyme disease symptoms revisited. *The American Journal of Medicine* (2013) 126, 665-669

(4) Embers ME, Barthold SW, Borda JT, Bowers L, Doyle L, Hodzic E, Jacobs MB, Hasenkampf, NR, Martin DS, Narasimhan S, Phillippi-Falkenstein KM, Purcell JE, Ratterree MS et Philipp MT. Persistence of *Borrelia burgdorferi* in Rhesus Macaques following Antibiotic Treatment of Disseminated Infection. *PLoS ONE* 7(1): e29914. DOI:10.1371/journal.pone.0029914.

(5) Marques A, Telford SR, Turk S-P, Chung E, Williams C, Dardick K, Krause PJ, Brandeburg C, Crowder CD, Carolan HE, Eshoo MW, Shaw PA et Hu LT. Xenodiagnosis to detect *Borrelia burgdorferi* infection: A first-in-human study. *Clin Infec Dis.* 2014. DOI: 10.1093/cid/cit939

(6) Agence de la santé publique du Canada. *Foire aux questions sur la maladie de Lyme.* http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/lyme-fs-fra.php

(7) CDC. *Lyme Disease Prevention Tool Kit*. www.cdc.gov/lyme/toolkit

(8) CDC. Three Sudden Cardiac Deaths Associated with Lyme Carditis — United States, November 2012-July 2013. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2013; 62(49):993–96.

(9) CDC. *Lyme Disease Resources for Clinicians*. www.cdc.gov/lyme/healthcare/clinicians.html.

(10) Agence de la santé publique du Canada. *Maladie de Lyme et autres maladies transmises par les tiques : renseignements à l'intention des professionnels de la santé.* http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/tickinfo-fra.php

(11) Piesman J et Eisen L. Prevention of Tick-Borne Diseases. *Annu Rev Entomol*. 2008; 53:323–43.

(12) Poland GA et Jacobson RM. The prevention of Lyme disease with vaccine. *Vaccine*. 2001; 19:2303–08.

(13) Connally NP, Durante AJ, Yousey-Hindes KM, Meek JI, Nelson RS et Heimer R. Peridomestic Lyme Disease Prevention: Results of a Population-Based Case–Control Study. *Am J Prev Med*. 2009; 37:201-06.

(14) Harymann M., Ogden N., Lindsay R., Lawless V., Dielgat M. et Sternthal S. Agence de la santé publique du Canada. Sommaire du *Plan d'action sur la maladie de Lyme* de l'Agence de la santé publique du Canada. *RMTC* 2014, vol. 40-5.

Remerciements

Je tiens à remercier les D[rs] Paul Mead et Lyle Peterson, ainsi que M[me] Anna Perea, de m'avoir fait bénéficier de leurs commentaires et d'avoir effectué une critique constructive du contenu du présent article. Les observations et conclusions de ce texte n'ont pas fait l'objet d'une publication formelle de la part des CDC; elles ne devraient donc pas être interprétées comme étant des décisions ou une politique de la part de cet organisme.

Conflits d'intérêts

L'auteur n'a pas de conflit d'intérêts à signaler.